



Marianne Heikkilä & Johanna Kalliainen

POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEN OPTIMOINTI TIETOKONETOMOGRA- FIATUTKIMUKSISSA

Itseopiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille



POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEN OPTIMOINTI TIETOKONETOMOGRA- FIATUTKIMUKSISSA

Itseopiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Marianne Heikkilä
Johanna Kalliainen
Opinnäytetyö
Syksy 2013
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Tekijät: Marianne Heikkilä ja Johanna Kalliainen

Opinnäytetyön nimi: Potilaan säteilyaltistuksen optimointi tietokonetomografiatutkimuksissa – itseopiskelumateriaali röntgenhoitajaopiskelijoille

Ohjaajat: Anja Henner ja Karoliina Paalimäki-Paakki

Valmistumisaika: Syksy 2013

Sivumäärä: 51 + 8 liitesivua

Tietokonetomografia on keskeinen kuvantamismenetelmä terveydenhuollossa. Tutkimusmäärät ovat lisääntyneet, mikä on lisännyt väestön säteilyaltistusta ja säteilysuojelun merkitystä. Röntgenhoitajien hyvän ammattitaidon avulla potilaiden säteilyaltistusta voidaan optimoida. Opinnäytetyömme tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa tietokonepeli, jonka avulla röntgenhoitajaopiskelijat voivat opiskella itsenäisesti tietokonetomografiatutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimointia. Pelien käyttö opetuksessa on lisääntynyt, ja tutkimusten mukaan opiskelijat kokevat tietokonepelien olevan tehokas opiskelumenetelmä ja hyödyllinen kokeeseen valmistautumisen apuväline. Peli toteutettiin yhteistyössä Oulun seudun ammattikorkeakoulun ja ulkopuolisen peliohjelmoijan kanssa.

Projektin tulostavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa opettava ja mielenkiintoinen tietokonepeli röntgenhoitajaopiskelijoille tietokonetomografiatutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimoinnista. Tarkoituksena on, että opiskelijat käyttävät peliä itseopiskeluun luentojen ohella. Valmis peli viedään koulun verkko-oppimisalustalle, josta tietokonetomografiaopintojakson opettaja ohjeistaa opiskelijat lataamaan pelin käyttöönsä. Projektin toiminnallisena tavoitteena on, että tulevat röntgenhoitajaopiskelijat voivat opiskella itse tietokonetomografiatutkimusten optimointia sekä kehittää ja soveltaa luennoilla oppimaansa tietoa, minkä lisäksi opettajat saavat uuden työvälineen käyttöönsä. Pitkän aikavälin toiminnallisena tavoitteena on, että valmistuvien röntgenhoitajien hyvän ammattitaidon avulla voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa potilaiden säteilyannoksiin niitä optimoimalla.

Tietokonepeli sisältää monivalintakysymyksiä ja kuvatehtäviä. Suunnittelun ja toteutuksen päällekkäisyys mahdollisti toimivan ja sisällöltään laadukkaan tietokonepelin toteuttamisen. Pelin esitestaus suoritettiin röntgenhoitajaopiskelijoilla, ja sen tarkoituksena oli testata pelin sisältöä ja toimivuutta. Lisäksi asiasisältö tarkistutettiin asiantuntijoilla. Palautteen mukaan peli kannustaa oppimaan ja on sopivan haasteellinen.

Jatkokehityshaaste on, että muidenkin kuvantamismodaliteettien opetukseen suunniteltaisiin tietokonepelejä. Jatkotutkimushaasteena puolestaan on tutkimuksen laatiminen tekemämme tietokonepelin hyödyllisyydestä ja käytettävyydestä.

Asiasanat: tietokonetomografia, säteilyaltistuksen optimointi, oppiminen, tietokonepelit opetuksessa

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

Authors: Marianne Heikkilä and Johanna Kalliainen
Title of Thesis: Optimizing Patient Dose in Computed Tomography: Self-Access Learning Material for Radiographer Students
Supervisors: Anja Henner and Karoliina Paalimäki-Paakki
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2013
Number of pages: 51 + 8 appendix pages

Computed tomography is an important imaging method in health care. The number of procedures has increased, which has led to grown concern of radiation exposure of patients. The role of a professional radiographer is essential when managing radiation exposure of patients. A teacher of the degree programme in radiography and radiotherapy in Oulu University of Applied Sciences brought up the need of a self-access learning material for the course of computed tomography.

The purpose of this project was to produce an educational and interesting computer game for the students of radiography and radiotherapy about managing patient dose in computed tomography.

The content of the game was obtained by reading current and international literature. In the design phase the content of the game was scrutinized many times. Designing and execution were done simultaneously and feedback was given by radiographers who helped produce the computer game with a high-quality content. The game was tested with the help of students of radiography and radiotherapy and radiographers.

In our project an external computer programmer was responsible for the programming of the computer game. It includes multiple-choice questions and exercises of the human anatomy. The game is meant to be used together with the lectures and thus it helps students learn more in a different way. According to the feedback the game was easy to use and educational in an interesting way. The game is available to the students of radiography and radiotherapy in the learning environment Optima on the internal Internet site of the Oulu University of Applied Sciences.

The aim of the project was to make it possible for the students of radiography and radiotherapy to study independently how to manage patient doses in computed tomography and deepen their knowledge. Teachers would also get a new teaching method. Games could be designed for other modalities, such as the MRI or the fluoroscopy. A research could also be done on how useful our game really is in practice.

Keywords: computed tomography, optimizing radiation dose, learning, educational computer games

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	TUOTEKEHITYSPROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT	10
2.1	Projektin vaiheet ja päätehtävät	10
2.2	Projektioorganisaatio	11
3	POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEN OPTIMOINTIMENETELMIÄ TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA.....	13
3.1	Lähete indikaatiopohjaisen kuvanlaadun perustana	13
3.2	Tekniset menetelmät säteilyannoksen optimoinnissa	14
3.3	Automaattinen putkivirran moduloinnin merkitys säteilyaltistuksen optimoinnissa	16
3.4	Säteilysuojien käyttö	16
3.5	Varjoaineen käyttö annosoptimoinnin näkökulmasta	17
3.6	Kuvankäsittely annosoptimoinnin näkökulmasta	17
3.7	Uudet tekniikat annosoptimoinnin menetelmänä	18
4	PEDAGOGISESTI HYÖDYNNETTÄVÄT TIETOKONEPELIT OPPIMISEN TUKENA	20
4.1	Opetuspeleissä hyödynnettävät oppimiskäsitykset	20
4.2	Pedagogiset lähtökohdat opetuspeleissä	21
4.3	Opiskelijoiden kokemuksia verkko-opiskelusta.....	21
5	TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ETENEMINEN	23
5.1	Tietokonepelin lähtökohdat, suunnittelu ja toteutus	23
5.2	Yhteistyö projektin aikana	24
5.3	Projektissa huomioon otettavat sopimukset ja tekijänoikeudet	25
5.4	Projektin ongelmat ja riskit	25
5.5	Projektin kustannusarvio ja resurssit.....	26
5.6	Tietokonepelin laatuksiteerit	27
6	TIETOKONEPELIN JA TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ARVIOINTI	31
6.1	Tietokonepelin laadun arviointi.....	31
6.2	Tietokonepelin esitestaus ja korjaukset palautteen pohjalta	34
6.2.1	Ensimmäinen esitestaus ja muutokset	34

6.2.2 Toinen esitestaus ja muutokset.....	35
6.3 Projektin kustannusten ja aikataulun arviointi.....	38
6.4 Projektityöskentelyn arviointi.....	38
7 POHDINTA.....	40
LÄHTEET	44
LIITTEET	52

1 JOHDANTO

Tietokonetomografia (TT) on keskeinen kuvantamismenetelmä terveydenhuollossa. Lisääntyneet tutkimusmäärät ovat lisänneet väestön säteilyaltistusta ja säteilysuojelun merkitystä. (HERCA 2012, hakupäivä 6.9.2012.) Pohjoismaissa kaikkien röntgentutkimusten aiheuttamasta säteilyaltistuksesta 50–80 % tulee juuri TT-tutkimuksista (The Nordic Radiation Protection co-operation 2012, hakupäivä 6.9.2012).

TT-tutkimuksissa käytetään ionisoivaa röntgensäteilyä (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.9.2013). Ionisoiva säteily voi aiheuttaa deterministisiä eli suoria ja stokastisia eli satunnaisia terveyshaittoja (Paile 2000, 660). Stokastisten haittojen todennäköisyys eli riski sairastua syöpään tai saada perimämuutoksia kasvaa säteilyannoksen kasvaessa (Kalra, Maher, Toth, Hamberg, Blake, Shepard & Saini 2004, 620). TT-tutkimuksissa kuvanlaatu on usein parempi, kuin diagnoosin tekemiseen tarvitaan (Jartti, Lantto, Rinta-Kiikka & Vuorte 2012, 3), jolloin stokastisten haittojen todennäköisyyttä lisätään turhaan.

Kansainväliset järjestöt, kuten HERCA (Hheads of the European Radiological protection Competent Authorities) ja pohjoismaiset säteilysuojeluviranomaiset ovat huolissaan TT-tutkimusten lisääntyneestä määrästä (HERCA 2012, hakupäivä 6.9.2012; The Nordic Radiation Protection co-operation 2012, hakupäivä 6.9.2012). Työskentelyssä kehoitetaan keskittymään oikeutus- ja optimointiperiaatteisiin (The Nordic Radiation Protection co-operation 2012, hakupäivä 6.9.2012), joiden mukaan säteilyn käytöllä saavutettavan hyödyn tulee olla suurempi kuin sillä aiheutuvan haitan, ja säteilyaltistuksen tulee olla niin alhainen, kuin diagnoosiin tarvittavan kuvanlaadun kannalta on mahdollista (Säteilylaki 592/1991 1:2 §). Alara-periaatteen (As Low As Reasonable Achievable) mukaan optimointi tarkoittaa sitä, että jokaisessa tutkimuksessa käytetään kaikki keinot säteilyaltistuksen vähentämiseksi järkevälle tasolle (The Nordic Radiation Protection co-operation 2012, hakupäivä 6.9.2012).

Ensisijainen vastuu säteilyaltistuksen optimoinnista on TT-tutkimuksia toteuttavalla yksiköllä. Radiologin täytyy varmistaa, että tutkimus suoritetaan tarkasti, tehokkaasti ja hyvällä tekniikalla. Perinteisesti potilaskohtaisia annosrajoituksia on pidetty tarpeettomina, koska yksilölliset annosrajoit-

tukset voivat olla haitallisia tutkimuksen lääketieteellisen tarkoituksen kannalta. Sen sijaan käytetään tutkimuskohtaisia vertailuannostasoja, joiden käytöllä varmistetaan, etteivät annokset poikkea merkittävästi muiden yksiköiden annoksista. (Rehani 2012, 156–157.)

Potilaan saamaan säteilyannokseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi valitsemalla oikeat kuvausparametrit, käyttämällä säteilysuojia oikein ja teknisillä annoksensäästömenetelmillä (Kaasalainen 2009, hakupäivä 26.4.2012). Kuvausparametrien, esimerkiksi kuvausjännite ja -virta, määrittelyssä on otettava huomioon tutkimusindikaatio, potilaan ikä ja koko sekä kuvattava elinalue. Samaa kuvausprotokollaa ei saa käyttää rutiininomaisesti kaikilla potilailla eikä varsinkaan eri TT-laitteilla. (Jartti ym. 2012, 5.) Viime vuosikymmenen aikana TT-laitteita on kehitetty siten, että tarvittava informaatio saadaan mahdollisimman pienellä säteilyannoksella. TT-tutkimuksista aiheutuneet säteilyannokset ovatkin pienentyneet huomattavasti viime vuosien aikana. (Marin, Nelson, Rubin & Schindera 2011, 34.) Uusilla monileikelaitteilla on mahdollista pienentää säteilyannosta, mutta annossäästön toteutuminen riippuu paljon koneen käyttäjästä (Jartti ym. 2012, 3). Yksileikelaitteisiin tottuneiden röntgenhoitajien voi olla vaikea ymmärtää monileikelaitteiden kuvausparametrien vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen (Valentin 2007, 1).

Säteilyaltistuksen optimointia tietokonetomografiatutkimuksissa opiskellaan röntgenhoitajakoulutuksessa kahdella eri opintojaksolla (Aikuinen magneetti- ja tietokonetomografiatutkimuksessa ja -toimenpiteissä ja Säteilyn käytön ja säteilysuojelun perusteet) sekä neljän viikon käytännön harjoittelujaksolla. Lisäksi tietokonetomografialaitteen toimintaperiaatteita opiskellaan myös kliinisen fysiikan opintojaksolla. (Oulun seudun ammattikorkeakoulu 2012, hakupäivä 25.1.2013.) Röntgenhoitajaopiskelijoille voi kuitenkin olla haastavaa yhdistää koululla opittu teoretieto käytännön työhön (Holmström 2012, 150). Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelmassa opintosuunnitelman mukaan oppimisessa korostuvat itseohjautuvuus ja ongelmanratkaisutaidot (Oulun seudun ammattikorkeakoulu 2012, hakupäivä 26.4.2012), mutta käytännössä opetus toteutuu usein behavioristisen oppimiskäsityksen mukaan (Holmström 2012, 141). Tämän vuoksi olisi hyvä kehittää uudenlaisia näkökulmia oppimiseen, kuten oppiminen tietokonepelien avulla. Aiheeseen suunnattujen tietokonepelien avulla saadaan parempia tuloksia kokeista, lisätään opiskelijoiden sitoutumista ja tyytyväisyyttä opiskeluun, vähennetään stressiä sekä edistetään kehittynyttä, hauskaa, helpompaa ja laajempaa opiskeluympäristöä (Kanthan & Senger 2011, 141–142).

Tuotimme opinnäytetyössämme opetuksessa käytettävän tietokonepelin röntgenhoitajaopiskelijoille. Pelin avulla opiskelija voi opiskella itsenäisesti TT-tutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimointia. Oulun seudun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman tuntiopettaja Karoliina Paalimäki-Paakki toi esille koulutusohjelman tarpeen saada TT-luentojen rinnalle itseopiskelumateriaalin. Kiinnostuimme aiheesta, koska halusimme syvempää tietämystä TT-tutkimuksista ja koimme säteilyaltistuksen optimoinnin olevan erittäin tärkeä osa röntgenhoitajan ammattitaitoa. Yhteistyökumppaneiksemme tulivat Oulun seudun ammattikorkeakoulu, jonka käyttöön luovutimme valmiin pelin sekä ulkopuolinen peliohjelmoija, joka ohjelmoi pelin suunnitelmiamme mukaan.

Tulostavoitteenamme oli suunnitella ja toteuttaa opettava ja mielenkiintoinen tietokonepeli röntgenhoitajaopiskelijoille tietokonetomografiatutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimoinnista. Tarkoituksena on, että opiskelijat käyttävät peliä itseopiskeluun luentojen ohella. Pelin toteuttaminen sähköisesti toteuttaa myös koulun kestävän kehityksen periaatteita.

Ensimmäisenä toiminnallisena tavoitteenamme on, että tulevat röntgenhoitajaopiskelijat voivat opiskella itse tietokonetomografiatutkimusten optimointia käytännönläheisesti sekä kehittää ja soveltaa luennoilla oppimaansa tietoa. **Toisena toiminnallisena tavoitteenamme** on, että opettajat saavat uuden työtavan käyttöönsä, mikä suosii myös opiskelijoiden erilaisia oppimisstrategioita. Pitkän aikavälin toiminnallisena tavoitteenamme valmistuvien röntgenhoitajien hyvän ammattitaidon avulla voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa potilaiden säteilyannoksiin niitä optimoimalla.

Omana oppimistavoitteenamme oli saada pelin sisällöstä ammatillista osaamista tulevaa työelämää varten. Lisäksi tavoitteena oli kehittää yhteistyötaitoja eri alojen toimijoiden kanssa, projektityöskentelyä ja tietokonepelin suunnittelun perusteita. Projektityöskentelyn osalta tavoitteenamme oli oppia tuotekehitystyöskentelyä sekä sen ohella kehittyä pari- ja työryhmätyöskentelyssä, oppia projektiorganisaation luomisesta, budjetoinnista ja aikataulutuksesta.

2 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Projektin vaiheet ja päätehtävät

Projektimme lähti liikkeelle, kun saimme opettajaltamme Karoliina Paalimäki-Paakilta joulukuussa 2011 idean tehdä röntgenhoitajaopiskelijoille tietokonetomografiaan liittyvän itseopiskelumateriaalin, jota voisi käyttää hyödyksi TT-opintojakson yhteydessä. Päädyimme kyseiseen aiheeseen, sillä halusimme tuottaa röntgenhoitajaopiskelijoille opiskelumateriaalin, joka edesauttaa hankimaan paremmat lähtökohdat optimoinnin ymmärtämiseen ja siten potilaan saaman säteilyannoksen vähentämiseen. Halusimme myös itse saada lisää tietoa tietokonetomografiatutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimoinnista.

Ensimmäisenä päätehtävänäimme oli ideointi, jonka aloitimme joulukuussa 2011. Välituloksena oli ideamme esitys ideaseminaarissa keväällä 2012. Siellä saimme neuvoja ja ideoita toisilta opiskelijoilta ja opettajalta aiheeseemme. Maaliskuussa 2012 aloimme etsiä yhteistyökumppaneita pelin tekemistä varten. Toisena päätehtävänäimme oli tiedonkeruu, jolloin teimme esiyymmärryksen karitoituksen aiheesta ”Tietokonetomografiatutkimusten säteilyaltistusten optimointi ja sen oppiminen tietokonepelin avulla”. Tutkimme aiheeseen liittyvää ajankohtaista kirjallisuutta, mikä oli valmistavan seminaarin kirjallinen työme. Teimme valmistavaa seminaarityötä työpajoissa keväällä 2012. Valmistavaa seminaarityötä ei esitetty, vaan saimme vertaisarvioitsijoltamme kirjallisen palautteen työstämme.

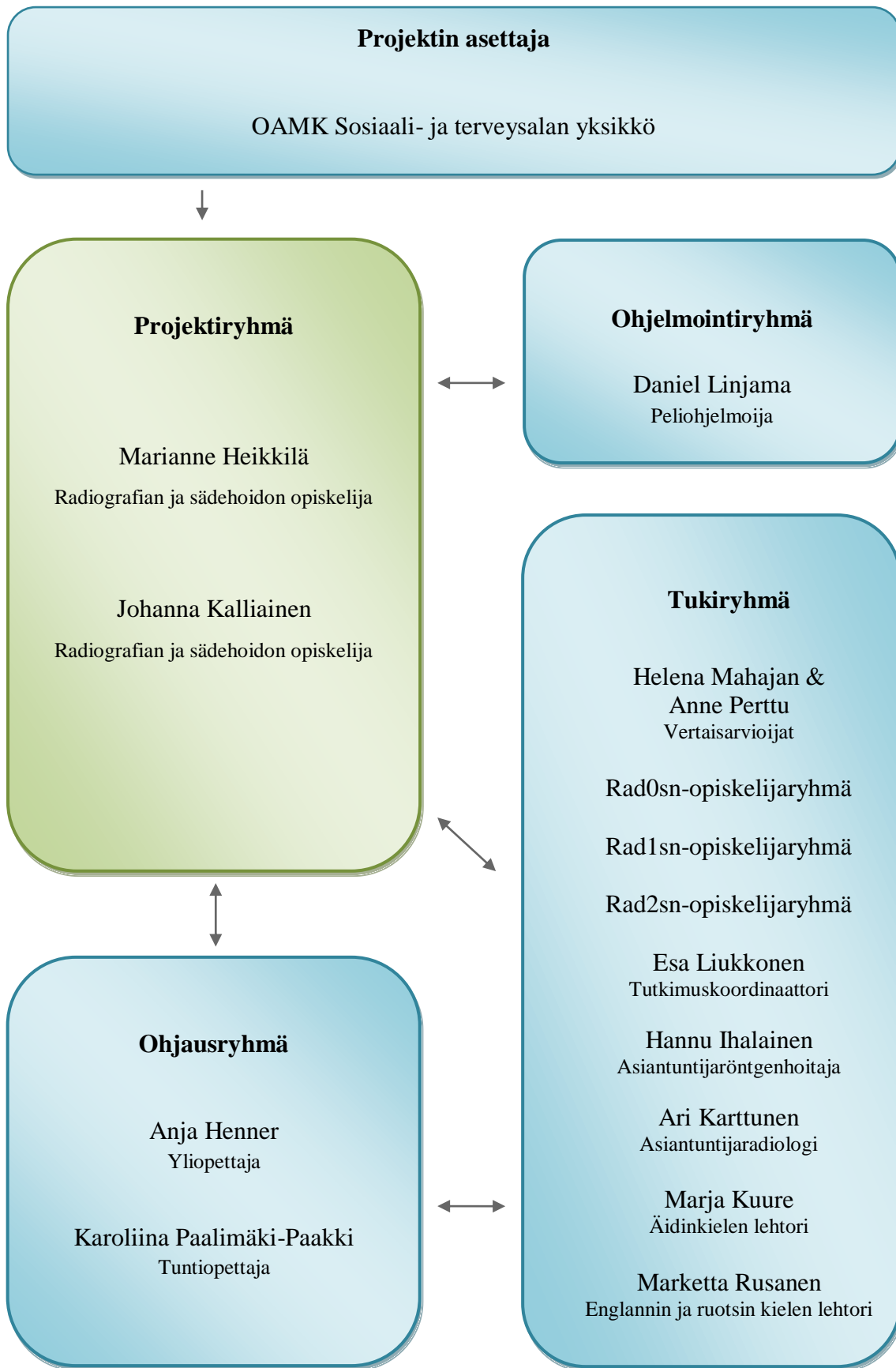
Kolmannen vuoden syksyllä aloitimme kolmannen päätehtävämme eli tuotekehityssuunnitelman laatimisen, ja se valmistui syksyllä 2012. Neljäs päätehtävämme oli pelin toteuttaminen, jonka aloitimme keväällä 2013. Sen välituloksena syntyi röntgenhoitajaopiskelijoille suunnattu itseopiskelumateriaali eli tietokonepeli. Pelin ideointi ja suunnittelu oli pitkä prosessi, joka alkoi heti aiheen valinnan yhteydessä ja päättyi esitestauksesta saatujen palautteiden avulla tietokonepeliin tehtyihin lopullisiin parannuksiin. Esitestasimme keväällä 2013 materiaaliin laatimamme kysymykset ja itse tietokonepelin syksyllä 2013. Viimeinen päätehtävä oli loppuraportin kirjoittaminen ja valmiin työn esittäminen. Tämä tapahtui keväällä 2013 rinnakkain pelin suunnittelun ja toteutuksen kanssa ja jatkui syksyllä 2013. Kirjoitimme maturiteetin 15.10.2013 ja luovutimme opinnäy-

tetyön arvioitavaksi 8.11.2013. Liitteessä 1 olevassa taulukossa on tarkemmin eriteltynä tehtävät ja niiden aikataulu.

2.2 Projektiorganisaatio

Projektia varten loimme projektiorganisaation. Projektiryhmään kuuluivat Oulun seudun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman opiskelijat Marianne Heikkilä ja Johanna Kalliainen, jotka vastasivat yhteistyöstä muiden projektiorganisaation jäsenten kanssa ja toimivat tasavertaisina projektipäälliköinä. Projektiryhmän tehtävänä oli varmistaa, että projekti saavuttaa tavoitteensa ja tarkoituksensa. Se vastasi yksityiskohdista tehtävistä päätöksistä koko projektin ajan, piti kiinni laadituista suunnitelmista ja informoi organisaatiota projektin etenemisestä. (ks. Lööw 2002, 31.) Projektissamme projektiryhmän kanssa tiiviisti yhteistyötä teki ohjelmointiryhmä, johon kuului pelimme ohjelmoija Daniel Linjama.

Ohjausryhmään kuuluivat Oulun seudun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon yliopettaja Anja Henner ja tuntiopettaja Karoliina Paalimäki-Paakki, jotka hyväksyivät projektin siirtymisen vaiheesta toiseen (ks. Lööw 2002, 30). Heiltä saimme palautetta ja parannusehdotuksia aina tarvittaessa projektimme edetessä. Tukiryhmään kuuluivat vertaisarvioitsijamme ja ryhmätoverimme Helena Mahajan ja Anne Perttu, jotka antoivat palautetta projektimme eri vaiheissa sekä Rad0sn-, Rad1sn- ja Rad2sn -ryhmät, jotka esitestasivat tuotteemme. Projektin alussa he toimivat ideoijina ja loppupuoella neuvonantajina, mutta heillä ei ollut päätöksenteko-oikeutta projektissa (ks. Lööw 2002, 32). Kuvatehtävien suunnittelua varten saimme materiaalin Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisen toimialueen tutkimuskoordinaattori Esa Liukkoselta. Lisätäksemme tuotteemme luotettavuutta ja toimivuutta röntgenhoitaja Hannu Ihalainen tarkasti tietokonepelimme asiasisällön. Lisäksi Oulun yliopistollisen sairaalan kuvantamisen toimialueen johtaja ja ylilääkäri Ari Karttunen tarkisti pelissä olevien anatomiatehtävien oikeellisuuden. Saimme apua kielellisen ulkoasun tarkistamiseen äidinkielen lehtori Marja Kuurelta sekä abstraktin kirjoittamiseen englannin ja ruotsin lehtori Marketta Rusaselta. Kuviossa 1 olemme havainnollistaneet projektiorganisaatiomme tarkemmin.



KUVIO 1. Projektioorganisaatio

3 POTILAAN SÄTEILYALTISTUKSEN OPTIMOINTIMENETELMIÄ TIETOKONETOMOGRAFIATUTKIMUKSISSA

Tietokonetomografiatutkimusten määrä on viime vuosina lisääntynyt sekä maailmanlaajuisesti että kotimaassa. Suomessa vuosien 2005 ja 2008 välillä TT-tutkimusten määrä on lisääntynyt 23 %, vaikkakin vuosien 2008 ja 2011 välillä kasvua on ollut vain 1 %. (Säteilyturvakeskus 2010, 12; Säteilyturvakeskus 2013, 12; Willemink, de Jong, Leiner, de Heer, Nievelstein, Budde & Schilham 2013, 1623–1624.) Tietokonetomografiakuva ei koskaan näytä liian tummalta tai vaalealta (Valentin 2007, 46), millä on perinteisesti röntgenkuvauksessa arvioitu kuvausarvojen riittävyyttä ja sen avulla potilaan säteilyannosta (ks. Carlton & Adler 2006, 401). Edellä mainittujen asioiden vuoksi on erittäin tärkeää kiinnittää huomiota säteilyaltistuksen optimointiin. Röntgenhoitajien suurin haaste on määritellä erilaisiin kuvausindikaatioihin optimaalinen säteilyannoksen ja kuvanlaadun välinen tasapaino. Kuvanlaatuun ja säteilyannokseen vaikuttavat laitteen tekniset ominaisuudet, kuvattava kohde ja erityisesti laitteen käyttö- ja kuvaustavat. Optimointi on aina tehtävä laitekohtaisesti, sillä samat kuvausarvot eri laitteilla voivat aiheuttaa suuria eroja kohinan määrään ja säteilyannokseen. (Jartti ym. 2012, 5.)

3.1 Lähete indikaatiopohjaisen kuvanlaadun perustana

Hyödyllinen tutkimus muuttaa hoitoa tai vahvistaa kliinikon diagnoosia. Monet radiologiset tutkimukset eivät täytä edellä mainittuja ehtoja ja siten saattavat aiheuttaa tarpeetonta säteilyaltistusta potilaalle. (Euroopan komissio 2001, 11.) Tutkimuksen oikeutuksesta vastaavat lähettävä lääkäri, tutkimuksesta vastuussa oleva radiologi (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000 3:13 §) ja viime kädessä röntgenhoitaja, joka suorittaa tutkimuksen (Oikarinen, Meriläinen, Nieminen & Tervonen 2007, 1931). Röntgenhoitajalla ei kuitenkaan ole juridista vastuuta säteilyaltistuksen oikeutuksesta, sillä Suomen lainsäädännön mukaan lääketieteellisen säteilyaltistuksen oikeutus on lääkäreiden vastuulla. Mikäli tutkimus on hoitavan lääkärin mielestä perusteltu, tulee hänen kirjata lähetteeseen tutkimusindikaatio ja riittävät tiedot potilaasta. (Nikupaavo 2012, hakupäivä 20.8.2013.) Näin oikeutus voidaan varmistaa vielä ennen tutkimuksen suorittamista (Oikarinen 2012, 748).

Säteilyannoksen optimoinnissa keskeistä on haluttu kuvanlaatu ja se, miten siihen päästään (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012). Käyttäjä valitsee halutun kuvanlaadun lähetteen sekä laitteelleen ominaisen kuvanlaatuindikaattorin perusteella. Kuvanlaatuindikaattorit vaihtelevat laitteittain ja laitemerkeittäin, mutta peruseriaatteena luokittelussa on jako korkeaan, keskitasoiseen, tyydyttävään ja välttävään kuvanlaatuun. (Jartti ym. 2012, 3–5.)

3.2 Tekniset menetelmät säteilyannoksen optimoinnissa

Putkijännitteellä (kVp) määritetään fotonien liike-energia. Mitä suurempi energia säteilyllä on, sitä läpikulkevampaa se on ja sitä suurempi osa fotoneista tavoittaa detektorin osallistuen kuvanmuodostukseen. (Carlton & Adler 2006, 47, 175.) Korkeampi putkijännite kasvattaa säteilyspekttrin energiaa ja näin myös säteilyannosta (Coakley, Gould, Yeh & Arenson 2011, 621). Vähentämällä kVp:ta säteilyannos pienenee, mutta kuvan kohina lisääntyy (Coakley ym. 2011, 621) ja kontrasti paranee (Kaasalainen 2009, hakupäivä 26.4.2012). TT-kuvassa kohina tarkoittaa rakeisuutta, mikä tekee kuvassa olevien pienten yksityiskohtien havaitsemisen vaikeaksi tai mahdottomaksi (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 93). Kontrasti puolestaan tarkoittaa harmaasävyjen eroa (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012).

Putkivirtaa muuttamalla säädetään fotonien määrää (Engel-Hills 2006, 159). Säteilyannos on aina suoraan verrannollinen putkivirtaan (mA) ja sähkömäärään (mAs:iin eli putkivirran ja kuvausajan tuloon), joten jos mAs-arvo kaksinkertaistuu, myös säteilyannos kaksinkertaistuu (Kortesniemi 2008, hakupäivä 18.4.2012). Putkivirran vähentäminen lisää kuvan kohinaa (Kalra ym. 2004, 621).

TT-laitteiden kehityksen ansiosta **pyörähdysaika** (aika, jolloin röntgenputki ja detektori pyörähtävät 360° potilaan ympäri (Siemens medical 2013, 21)) on lyhentynyt huomattavasti (Kalra ym. 2004, 622). Uusimmilla monileikelaitteilla pyörähdysaika vaihtelee 0,3–0,5 sekunnin välillä, jolloin esimerkiksi hengityksen aiheuttamat artefaktat vähenevät huomattavasti (Nievelstein, van Dam & van der Molen 2010, 1329). Säteilyannos on suoraan verrannollinen pyörähdysaikaan. Jos pyörähdysaika kaksinkertaistuu, myös säteilyannos kaksinkertaistuu. (Coakley ym. 2011, 621.)

Pitch-arvo on säteilykeilan leveys suhteessa potilaspöydän siirtymään sinä aikana, kun röntgenputki pyörittää kerran potilaan ympäri (Valentin 2007, 15). Säteilyannos on kääntäen verrannollinen pitch-arvoon (Strauss, Goske, Kaste, Bulas, Frush, Butler, Morrison, Callahan & Applegate 2010, 871). Kun pitch-arvo on yksi, koko kuvausalue kuvataan tasaisesti. Kun pitch-arvo on pienempi kuin yksi, kuvattavissa leikkeissä tulee päällekkäisyyksiä ja annos kasvaa. (Valentin 2007, 15.) Pitch-arvon ollessa suurempi kuin yksi säteilykeilojen väliin jää rako (Valentin 2007, 15), jolloin säteilyannos pienenee (Heggie, Kay & Lee 2006, 281). Pitch kasvaa, kun potilaspöydän liike yhden pyörähdysen aikana kasvaa käytetyn leikemäärän ja leikepaksuuden pysyessä vakiona (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012), mikä vähentää kuvattavan kohteen säteilytyksen kestoa (Kalra ym. 2004, 622).

Säteilykeila **rajataan** eli kokonaiskollimoidaan tarkasti siihen anatomiseen alueeseen, josta ollaan kiinnostuneita, sillä säteilyannos kasvaa kuva-alan kasvaessa (Engel-Hills 2006, 158). Jos diagnostisesti tarkasteltavan kuvan **leikepaksuutta** voidaan kaksinkertaistaa, säteilyannosta voidaan pienentää puoleen kuvan kohinatasoa muuttamatta (Kortesniemi 2008, hakupäivä 18.4.2012). Leikepaksuus on keskeinen parametri kuvanlaadun ja säteilyannoksen optimoinnin kannalta (Kaasalainen 2009, hakupäivä 26.4.2012). Katseltavan kuvan kohina pienenee kertoimella 0,7, kun leikepaksuus kaksinkertaistuu (Säteilyturvakeskus 2008a, 15). ”Kuvaa ohuita — katso paksuja” (”scan thin — view thick”) on hyvä muistisääntö. Siten kuvattaessa potilasta säteilyannosta säästään saadaan vähennettyä kuvan kohinaa ilman, että resoluutio huononee. (Nielvelstein ym. 2010, 1331.)

TT-laitteen laadunvarmistuksesta on säädetty Säteilylain (592/1991) 40 §:ssä ja Säteilyn lääketieteellisestä käytöstä annetussa Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (423/2000). Säteilyturvakeskuksen ST-ohjeessa 3.3 esitetään tarkemmin terveydenhuollon röntgentutkimuslaitteiden teknistä laadunvalvontaa koskevat vaatimukset. Tietokonetomografialaitteiden laadunvalvontamenetelmiä on esitetty julkaisussa STUK tiedottaa 3/1996 ja niiden laadunvalvonnassa noudatetaan Terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaoppaassa annettuja periaatteita. (Säteilyturvakeskus 2008b, 5–7.) TT-laitteen tulee toimia oikein ja laitteen suorituskyvyn tulee olla hyvä, sillä tietokonetomografiatutkimuksista aiheutuu melko suuri säteilyannos. Laitteen toimintakunnon vastaa laitteen käyttäjä, joka oikeanlaisella työskentelyllä pystyy suojaamaan potilaita ja henkilökuntaa ylimääräiseltä säteilyltä, lisäämään röntgenputken ikää sekä vähentämään kustan-

nuksia. (Säteilyturvakeskus 1996, hakupäivä 11.9.2013.) Tekninen laadunvalvonta on oleellinen osa laadunvarmistusta. Sillä tarkoitetaan jatkuvaa röntgenlaitteen toimintakunnon ja suoritusominaisuuksien seurantaa ja sen avulla varmistetaan, että radiologisten laitteiden toimintakunto pysyy asetettujen vaatimusten mukaisina. (Säteilyturvakeskus 2008b, 8–10.)

3.3 Automaattinen putkivirran moduloinnin merkitys säteilyaltistuksen optimoinnissa

Automaattista putkivirran modulointia käytettäessä putkivirta määräytyy potilaan muodon, koon ja absorption perusteella. Annosmodulaation oikealla käytöllä saadaan säteilyannosta pienennettyä noin 20–40 % ja kuvanlaatu tasaiseksi. Automaattisen putkivirran modulaation kannalta erittäin tärkeää on se, että potilas on keskitetty kuvausaukkoon oikein. Epäsymmetrinen asettelu huonontaa kuvanlaatua lisäämällä kohinaa ja nostaa säteilyannosta jopa kaksinkertaiseksi. Käytettäessä automaattista putkivirran modulaatiota käyttäjä valitsee kuvausparametrit itse, joten putkivirran automaattinen modulaatio ei poista käyttäjän vastuuta parametrien valinnalta. (Jartti ym. 2012, 3–8.) Automaattisen putkivirran moduloinnin käyttäjän täytyy ymmärtää esimerkiksi kohinaindeksin tai referenssi mAs:in merkitys, jotta sen käyttö olisi tehokasta (Valentin 2007, 45).

3.4 Säteilysuojien käyttö

Säteilyn käytön optimoinnin kannalta säteilysuojilla on oma tehtävänsä elinkohtaisten pinta-annosten vähentämisessä. Lyijysuojia käytetään suojaamaan potilasta sironneelta säteilyltä. (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012.) Ne asetellaan heti kuvausalueen ulkopuolelle ja niiden avulla suojataan mm. kilpirauhasta, rintakudosta ja kiveksiä (Säteilyturvakeskus 2008a, 15). Lantion ja vatsan alueen TT-tutkimuksissa kivesten ekvivalenttiannosta voidaan pienentää 90 % käyttämällä lyijykivessuojia. Pään alueen TT-tutkimuksissa puolestaan rintoihin paikallisesti kertyvää pinta-annosta voidaan pienentää noin 50 % geometriasta riippuen käyttämällä lyijypeittoa rintojen suojana. (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012.)

Nyky aikaisten vismutti-lateksiseokseen perustuvien suojien etu on se, että niitä voidaan käyttää primaarisäteilyn alueella ilman, että diagnostinen kuvanlaatu kärsii paikallista pinta-artefaktia lukuun ottamatta (Kortesniemi 2006, hakupäivä 18.4.2012). Niiden ensisijaisena tarkoituksena on poistaa matalan säteilyn energiat, jotka aiheuttavat ionisaatiota kudoksessa osallistumatta ku-

vanmuodostukseen (Kim, Frush & Yoshizumi 2010, 1739). Vismuttisuoja käytetään potilaan rin-
tojen, kilpirauhasen ja silmien suojaamiseen (Coakley ym. 2011, 623). Käytettäessä automaattis-
ta putkivirran modulointia on tärkeää muistaa, että vismuttisuoja laitetaan vasta topogrammin eli
suunnittelukuvan jälkeen (Säteilyturvakeskus 2012, 7, 11). Jos vismuttisuoja asetetaan paikoil-
leen ennen topogrammin ottamista ja mA-modulointi lasketaan topogrammin perusteella, vismut-
tisuoja lisää potilaan saama säteilyannosta, koska automatiikka nostaa mA-tasoa suojan vaiku-
tuksen kompensoimiseksi (Kortesniemi 2006, 11).

3.5 Varjoaineen käyttö annosoptimoinnin näkökulmasta

Varjoaineen käyttäminen mahdollistaa matalamman putkijännitteen käyttämisen lisäämällä elin-
ten ja niiden sisäisten rakenteiden välistä kontrastia (Kaasalainen 2009, hakupäivä 26.4.2012;
Jartti ym. 2012, 12). Matala putkijännite parantaa jodivarjoaineen kontrastia, mutta lisää myös
kohinaa. Tietyissä kliinisissä indikaatioissa jodivarjoaineen lisääntynyt kontrasti kompensoi koki-
nan, jolloin kontrasti–kohina-suhde yleensä pysyy hyvänä tai paranee. Vartalon alueen tavallisis-
sa varjoainetutkimuksissa suositellaan aikuisilla käytettäväksi 120 kV:n putkijännitettä 140 kV:n
sijaan, sillä säteilyannosta saadaan silloin vähennettyä 20–40% pienemmäksi. (Jartti ym. 2012,
11–12.)

Varjoainetta käytettäessä oikea ajoitus on oleellisen tärkeää onnistuneen lopputuloksen kannalta.
Tämän vuoksi kuvausvaiheet kannattaa ajoittaa joko testiboluksen tai bolustracking-tekniikan
avulla, sillä siten valtimo- ja laskimokuvaukset onnistuvat lähes aina. Varjoainekuvauksen yhtey-
dessä turhia natiivisarjoja tulee välttää, koska niistä on hyötyä vain yksittäisissä tapauksissa,
esimerkiksi munuaistuumorien diagnostiikassa. Yleensä myös riittää vain yksivaiheinen varjo-
ainekuvauks. (Jartti ym. 2012, 7–12.)

3.6 Kuvankäsittely annosoptimoinnin näkökulmasta

TT-kuvauksessa projektiodatasta rekonstruoidaan kuvauksen jälkeen katseltavat kuvaleikkeet.
Indikaation perusteella valitaan käytettävä rekonstruktiosuodatin ja katseltavien kuvien leikepak-
suus. Kohinaa voidaan kuvasta vielä tässä vaiheessa vähentää esimerkiksi valitsemalla peh-
meämpi rekonstruktiosuodatin tai katselemalla paksumpia leikkeitä. (Jartti ym. 2012, 22.) Lisäksi

markkinoille on tulossa uusia tekniikoita, joilla kuvista voidaan poistaa kohinaa jälkikäteen. Esi-merkiksi iteratiivisella rekonstruktioilla saadaan kuvasta vähennettyä kohinaa ja artefakteja sekä pienennettyä säteilyaltistusta kuvanlaadun säilyessä samana verrattuna perinteiseen suodatettuun takaisinprojisointitekniikkaan. Huonona puolena iteratiivisessa rekonstruktiossa kuitenkin on pidempi laskenta-aika. (Willemink ym. 2013, 1624–1629.) Iteratiivisessa rekonstruktiossa raaka-data käydään useamman kerran läpi, millä tuotetaan tarkempaa kuvaa. Sen on osoitettu pienentävän säteilyannosta 40–80 % diagnostisen kuvanlaadun pysyessä samana. (Mahes 2011, 495.)

3.7 Uudet tekniikat annosoptimoinnin menetelmänä

Uusia menetelmiä potilaan saaman säteilyaltistuksen optimointiin kehitetään jatkuvasti. Viime aikoina markkinoille on tullut niin sanottu **elinselektiivinen kuvausmenetelmä**, jonka avulla säteilyherkkää pintakudosta voidaan suojella ilman säteilysuojien käyttöä. Kyseistä menetelmää voidaan hyödyntää esimerkiksi keuhkojen TT-tutkimuksessa. Säteily kytketään pois päältä rintojen puolelta kuvattaessa, jolloin säteilyherkän rintarauhasen saamaa elinkohtaista säteilyannosta voidaan pienentää merkittävästi. (Kaasalainen 2009, hakupäivä 26.4.2012.)

Helikaalikuvauksessa (potilaspöytä liikkuu tasaisesti gantryn sisällä säteilytyksen ollessa koko ajan päällä (Valentin 2007, 13)) kuvanlaskenta tarvitsee lisäinformaatiota suunnitellun kuvapakan molemmilta puolilta puolikkaan ympyrän verran, mikä nostaa potilaan saamaa säteilyannosta. Tämä voidaan ehkäistä **adaptiivisella kollimaattorilla**, jossa kollimaattori liikkuu automaattisesti sisään ja ulos kuvapakan alku- ja loppupäässä estäen ylimääräisen säteilyn pääsyn potilaaseen. (Mahes 2011, 495.)

Kaksoisputkitietokonetomografialaitteiden (Dual-source CT scanners, DSCT) ensisijainen tavoite on saavuttaa korkeampi hetkittäinen resoluutio, millä on avainasema sydämen TT-tutkimuksissa. DSCT:stä on hyötyä myös lasten TT-tutkimuksissa, koska sillä saadaan pidettyä säteilyannos matalana ja kuvausaika lyhyenä. Lyhyemmällä kuvausajalla liike-epätarkkuudet vähenevät, lasten kuvauksissa nukuttamisen tarve vähenee sekä varjoaineen määrää voidaan vähentää. (Mahes 2011, 495.)

Lähitulevaisuudessa käyttöön tulevia annoksensäästömenetelmiä ovat **iteratiivinen rekonstruktio, kohinan vähentäminen** ja **jälkikäsittelyalgoritmit**. Muita lupaavia menetelmiä säteilyannoksen vähentämiseksi, mutta joiden markkinoille saamiseen menee useampi vuosi, ovat esimerkiksi **fotonilaskentailmaisimet**. Käyttämällä näitä kaikkia tekniikoita yhdessä saadaan TT-tutkimuksesta aiheutuva efektiivinen annos vähennettyä jopa alle 1 mSv:iin, joka on alle vuoden taustasäteilyn tason. (McCollough, Chen, Kalender, Leng, Samei, Taguchi, Wang, Yu & Pettigrew 2012, 567.)

4 PEDAGOGISESTI HYÖDYNNETTÄVÄT TIETOKONEPELIT OPPIMISEN TUKENA

Informaatioteknologia on lisääntynyt kouluissa sekä koulujen oman infrastruktuurikehityksen että oppilaiden henkilökohtaisten laitteiden myötä. Tämä on tuonut pedagogisesti hyödynnettävät pelit paremmin opettajien saataville, mutta toisaalta myös pedagoginen kehitys on lisännyt kiinnostusta opetuspelejä kohtaan. Pelaajabarometri-kyselystä saadun aineiston mukaan 98 % suomalaisista oli vuonna 2010 pelannut jotain peliä. Opetuspelejä oli koko Suomen väestöstä pelannut noin 17 % ja niiden pelaaminen oli ollut yhtä yleistä sekä kotona (44 %) että koulussa (44 %). Digitaalisia pelejä oli puolestaan pelannut lähes kolme neljästä vastaajasta ja yksin pelattavia tietokonepelejä yli puolet. (Kuronen & Koskimaa 2010, 1, 24–28.) Kanthanin ja Sengerin (2011, 140) tekemän tutkimuksen mukaan opiskelijat kokivat tietokonepelin olevan tehokas opiskelumenetelmä, hyödyllinen kokeeseen valmistautumisen väline ja lisäävän henkilökohtaista oppimista. Lisäksi opiskelijat pitivät parempana pelata peliä yksin kuin ryhmässä.

4.1 Opetuspeleissä hyödynnettävät oppimiskäsitykset

Oikeanlaisen pedagogisen näkökulman löytäminen peliin on erittäin tärkeää. Eräs näkökulma on ongelmanratkaisumalli, jossa opiskelijan tulee keksiä oikeanlainen strategia ongelman ratkaisemiseksi. (Panoutsopoulos & Sampson 2012, 18.) Kun tieto syntyy ongelmanratkaisuprosessien yhteydessä, opiskelijalle syntyy vahva käsitteellinen pohja, jonka ympärille hän voi rakentaa myöhempää tietoa. Esimerkiksi matemaattisen taidon hankkiminen ennen sanallisen tehtävän tekemistä ei ole välttämätöntä, vaan kokemukset ongelmista auttavat kehittämään matemaattisia taitoja. Luova ongelmanratkaisuprosessi sisältää seuraavat vaiheet: ongelman ymmärtäminen, ratkaisusuunnitelman laatiminen ja toteutus, prosessin tulkinta sekä palaute. (Haapasalo 2001, 36, 178.)

Opetuksessa käytettävät tietokonepelit pohjautuvat usein konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen (Dondlinger 2007, 25). Konstruktivistisen ajattelutavan mukaan opiskelija on tiedon rakentaja (Wu, Hsiao, Wu, Lin & Huang 2012, 267). Kyseisessä oppimiskäsityksessä ajatellaan, että oppiminen ei ole opiskelijan passiivista tiedon vastaanottamista vaan aktiivista kognitiivista toimintaa.

Oppiessaan opiskelija tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aikaisemman tietonsa ja kokemustensa pohjalta. (Tynjälä 1999, 37–38.) Konstruktivismin lähtökohta on se, että hankkiessaan uutta tietoa opiskelija ainakin osittain rakentaa sen uudelleen. Uudet tiedot sulautuvat siten jo olemassa olevaan tietojärjestelmään ja muokkaavat sitä. Tämän oppimiskäsityksen mukaan opiskelija ainakin osittain kontrolloi itse oppimistaan, joten opettaminen ja oppiminen ymmärretään tavoitteellisin prosesseina. (Haapasalo 2001, 95–96.) Opetuspeleissä painopiste on tekemällä oppimisessa. Pelin sisältö on yleensä tietyn aihealueen tai oppiaineen mukainen, ja se tarjoaa pelaajalle kokemuksellisempaa ja elämyksellisempää opiskelua. (Manninen 2007, 22.)

4.2 Pedagogiset lähtökohdat opetuspeleissä

Teknologian kehitys, kuten internet ja www-pohjaiset sovellukset, ovat lisänneet opetuspelien käyttöä ja ne ovat viime aikoina saaneet merkittävästi huomiota koulutusalailla (Wu ym. 2012, 265). Digitaalinen oppimismateriaali ei kuitenkaan muuta oppimisen lainalaisuuksia. Materiaalin tekijän ei tulisi sortua liialliseen pinnallisuuteen tai oppimisen tavoitteiden ohittamiseen sitä suunniteltaessa. Keskeistä on muistaa tekemällä oppiminen ja oppijan aktiivisuuden korostaminen, sillä siten oppija pystyy luomaan omalla toiminnallaan sillan oman ajattelun ja ulkoisen todellisuuden välille. Oppimista tukevissa verkkomateriaaleissa korostuvat muun muassa käytettävyys, löydettävyys ja elämyksellisyys. (Nurmela 2003, 187.) Sengin ja Mohamadin (2002, 109–118) tekemän tutkimuksen mukaan opiskelun täydentäminen verkko-opiskelulla sai opiskelijat kiinnostumaan oppialastaan enemmän ja opiskelijat olivat huomattavasti motivoituneempia kuin käytettäessä ai-noastaan tavanomaisia luentoja. Täten he pystyivät osallistumaan myös luennoilla keskusteluun vapaammin.

4.3 Opiskelijoiden kokemuksia verkko-opiskelusta

Hyvät opettajat ovat tienneet kautta aikojen, että oppiminen ei tunnu työltä, kun opiskelijalla on hauskaa (Prensky 2001, 7–8). Vainionpään (2006, 139) tekemän tutkimuksen mukaan hyvin suuri osa opiskelijoista koki verkko-opiskelun mielekkäänä ja he olivat tyytyväisiä siihen. Samansuuntaiseen tutkimustulokseen pääsivät myös Seng ja Mohamad (2002, 109–118) omassa tutkimuksessaan, jonka mukaan opiskelijat kokivat, että verkko-opiskelu oli mielenkiintoisempaa kuin tavanomainen opetus ja opiskelijat olivat prosessin aikana itse tietoisia siitä, että he olivat oppineet

enemmän. Puolestaan Nevginin ja Tirrin tutkimustulosten mukaan verkko-opiskelu oli pääsääntöisesti oppimista edistävää (Verkko-opetuksen laadunhallinta ja laatupalvelu 2013, hakupäivä 19.9.2013). Opiskelijoiden mukaan verkko-opiskelun hyvänä puolena oli ehdottomasti joustavuus, sillä opiskelemaan pystyi milloin vain eivätkä välimatkat olleet esteenä. Toisaalta kuitenkin tällainen opiskelumuoto vaatii opiskelijalta itsekuria, minkä osa opiskelijoista oli kokenut negatiivisena asiana. (Avoin yliopisto 2004, hakupäivä 19.9.2013.)

5 TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ETENEMINEN

5.1 Tietokonepelin lähtökohdat, suunnittelu ja toteutus

Saimme idean tehdä röntgenhoitajaopiskelijoille tietokonetomografiaan liittyvän itseopiskelumateriaalin joulukuussa 2011, jolloin tietokonepelin ideoiminen lähti liikkeelle. Valitsimme itseopiskelumateriaalin muodoksi tietokonepelin, koska se on helposti saatavilla eikä ole ajasta, paikasta tai peliseurasta riippuvainen. Pelin tarkoituksena on, että opiskelija syventää tietämystään TT-tutkimuksista ja potilaan saaman säteilyaltistuksen optimointia niissä. Täten opiskelijat ymmärtävät paremmin optimoinnin perusteet harjoittelujaksolla, osaavat kyseenalaistaa hoitajien työskentelytapoja sekä saavat harjoittelusta suurimman mahdollisen hyödyn työelämää varten. Pelin tarkoituksena ei ole vain testata opiskelijoiden tietämystä, vaan myös opettaa motivoivasti ja mielenkiintoisesti.

Keväällä 2012 aloitimme yhteistyökumppanin etsimisen ja tiedonkeruun. Peliohjelmioijan löytäminen osoittautui erittäin haasteelliseksi vaiheeksi. Olimme yhteydessä Kajaanin ammattikorkeakoulun pelialan koulutusohjelmaan, Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan ja liiketalouden yksiköihin, Oulun yliopiston tietotekniikan osastoon, Oulu Game Lab -projektiin ja Oulun seudun ammattiopiston tekniikan yksikköön. Kun lukuisat yhteydenotot ja tapaamiset eivät tuottaneet tulosta, päätimme hankkia projektillämme rahoitusta, jotta voisimme ostaa tuotteellemme ohjelmoinnin. Tämä vei meidät mukaan Oulun seudun ammattikorkeakoulun yrityshautomo-opintoihin lokakuussa 2012 ja Kickstart-liikeideakilpailun finaaliin marraskuussa 2012. Yrityshautomo-opintoja suoritimme yhteensä 18 opintopisteen verran, mutta kaikkien laskelmien jälkeen liikeideamme ei ollut tarpeeksi kannattava. Liikeideakilpailussa sijoituimme kymmenen parhaan joukkoon, mikä meille oli voitto jo sinänsä, mutta rahoitusongelmamme ei kuitenkaan ratkennut ilman 1 500 euron päävoittoa. Lopulta keväällä 2013 saimme eräältä laitetoimittajalta rahoitusta, jonka avulla hankimme tuotteellemme ohjelmoinnin.

Tiedonkeruu tapahtui keväällä 2012. Valitsimme valmistavan seminaarityön muodoksi esiympäristön kartoituksen viitekehyksen sijaan, sillä halusimme syventyä aiheeseemme laajasti ja monipuolisesti. Tällä tavalla saimme samalla tietokonepelin sisällön tuottamisessa hyödynnettävän

materiaalin kasaan. Syksyllä 2012 teimme tuotekehityssuunnitelman, jossa määrittelimme tuotteen laadun arvioinnissa huomioon otettavat kriteerit sekä keinot tuotteen laadun turvaamiseksi tuotekehityksen eri vaiheissa.

Tammikuussa 2013 meille oli jo suurin piirtein selvää, minkä muotoinen tietokonepelimme tulisi olemaan, ja aloimme suunnitella itseopiskelumateriaalin monivalintakysymyksiä. Jaoimme alueet aihepiireittäin, ja kumpikin tuotti kysymyksiä omiin aihealueisiinsa. Laadimme myös kuvatehtäviä anatomian kuvien ja harjoittelupaikkojemme kuvausohjeiden mukaan. Vastaamalla monivalintakysymyksiin ja ratkaisemalla kuvatehtäviä pelaajat oppivat TT-laitteiden tekniikkaa, kuvausten suorittamista ja säteilyaltistuksen optimointia. Suunnitteluvaiheessa kävimme kysymykset läpi useaan kertaan sekä yhdessä että yksin ja teimme niihin tarvittavia parannuksia. Ennen varsinaista esitestausta testasimme laatimamme monivalintakysymykset aluksi toisillamme, minkä jälkeen ohjaavat opettajamme katsoivat kysymykset vielä läpi ja kommentoivat niitä.

Keväällä 2013 aloitimme varsinaisen tietokonepelin tekemisen, mikä käsitti tietokonepelin suunnittelun ja toteutuksen. Näitä asioita mietimme yhdessä ohjelmoijan kanssa. Opetuksessa käytettävän tietokonepelin kokonaisuuden luomisessa meidän tuli tehdä yhteistyötä myös opettajien, työelämän edustajien sekä muiden sisällön asiantuntijoiden kanssa. Siten varmistimme, että opetuksen keskeiset asiat näkyvät pelissä. Pelin täytyy kytkeytyä opetussuunnitelmaan, mutta toisaalta pelin sisältöön saadaan oikeat painopisteet opettajien hiljaisen tiedon välityksellä. (ks. Mannila 2007, hakupäivä 23.10.2013.) Kokosimme esiymmärryksen kartoituksen luentojen keskeisten asioiden ympärille sekä piirsimme monivalintakysymysten lisätietoihin havainnollistavia kuvia opettajien luentojen pohjalta. Suunnitteluun kuului tietokonepelin sisällön, rakenteen, toimivuuden, ulkomuodon ja julkaisutavan luonnostelu. Hyödynsimme pelimme suunnittelussa konstruktivistista oppimiskäsitystä ja ongelmanratkaisumallia. Suunnittelu ja toteutus tapahtuivat lomittain, ja arvioimme jatkuvasti pelin sisältöä ja toimivuutta, minkä perusteella teimme tarvittavat muutokset.

5.2 Yhteistyö projektin aikana

Ohjausryhmän resurssit oli projektin alussa jaettu viikoittaisiin työpajoihin, joissa ohjaajat antoivat neuvoja ja palautetta projektiryhmille. Projektin edetessä ohjausta järjestettiin tarpeen vaatiessa

ohjaajien kanssa, minkä lisäksi projektiryhmä kokoontui keskenään sekä jakoi ryhmän jäsenten kesken itsenäisiä tehtäviä. Projektin ja ohjelmointiryhmän välinen tiivis yhteydenpito tapahtui projektin loppupuolella pääasiassa sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Puhelimella oli hyvä ottaa kuvia suunnitelmistamme sekä niistä kohteista, jotka kaipasivat tietokonepelissä vielä muokkauksia. Tämä helpotti työskentelyämme huomattavasti sekä teki siitä vaivatonta ja tehokasta.

5.3 Projektissa huomioon otettavat sopimukset ja tekijänoikeudet

Tekijänoikeuslain (8.7.1961/404) 1:1.1 §:n nojalla tuotteen tekijällä on tekijänoikeus teokseensa. Teimme yhteistyösopimuksen ohjelmointiryhmän kanssa, jossa sovimme muun muassa käyttö- ja tekijänoikeuksista. Tietokonepeliin ja ideaan liittyvät immateriaalioikeudet ja muut oikeudet jäävät Marianne Heikkilälle ja Johanna Kalliaiselle. Projektia varten teimme yhteistyösopimuksen myös projektin asettajan, Oulun seudun ammattikorkeakoulun kanssa. Yhteistyösopimuksen teon yhteydessä määrittelimme esitestauksen suorittavat ryhmät ja käytännön järjestelyt. Tuote on tarkoitettu Oulun seudun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon koulutusohjelman opiskelijoille, joten annoimme käyttöoikeudet heille. Käyttäjät eivät kuitenkaan saa oikeuksia levittää, myydä, muokata tai kopioida tuotetta. Tuotteen päivitysoikeuden annoimme projektin asettajalle, mutta tuotetta päivitettäessä tulee merkitä näkyviin alkuperäiset tuotteen tekijät sekä päivittäjä. Myös päivitetty versio on vain Oulun seudun ammattikorkeakoulun käytettävissä.

5.4 Projektin ongelmat ja riskit

Jokaiseen projektiin liittyy aina riskejä (Karlsson & Marttala 2001, 125), joita omassa projektissamme pyrimme ehkäisemään suunnittelemalla sellaisen ratkaisumallin, jolla riskien toteutumisen todennäköisyys jäi mahdollisimman pieneksi (ks. Silfverberg 2007, 32, 47). Projektissamme hahmotimme riskejä varautumalla odottamattomiin tilanteisiin, mikä sisälsi riskien analysoinnin ja riskilistan laatimisen (ks. Ruuska 2007, 248). Ennakoidaksemme mahdollisia ongelmia otimme huomioon aikaisemmissa samanlaisissa projekteissa ilmenneet ongelmat (ks. Pelin 2011, 217). Koulutusohjelmassamme on aiemminkin yritetty tehdä opinnäytetyöksi tietokonepeli. Tekijät joutuivat lopulta muuttamaan projektisuunnitelmaansa, sillä he eivät löytäneet pelilleen ohjelmoijaa. Tämä oli merkittävä riski myös meillä ja kiinnitimmekin siihen sen takia erityisesti huomiota. Ohjelmoijan löytymisen jälkeen mahdollisia riskejä olivat ongelmat ja väärinkäsitykset yhteistyössä,

esimerkiksi motivaation puute, aikataulussa pysyminen ja puutteellinen kommunikointi. Näitä riskejä vältimme tekemällä sopimukset ja päätökset kirjallisesti kaikkien osapuolten saataville. Pelin toteuttaminen mahdollisimman toimivaksi aiheutti haasteita sekä meille että ohjelmoijalle. Selvitimme haasteen tiiviillä yhteistyöllä ohjelmoijan kanssa. Pelin päivittäminen ja mahdollinen eteenpäin myyminen voivat aiheuttaa ongelmia tulevaisuudessa.

Keskeisimmät riskimme projektissamme olivat sairastumiset, henkilökohtaiset ongelmat, harjoittelut toisilla paikkakunnilla sekä mahdollinen tiedon katoaminen. Näitä pyrimme ehkäisemään suunnittelemalla etukäteen kattavan toimintasuunnitelman, jota kaikki osapuolet lupautuivat noudattamaan. Tiedon häviämisen riskiä pyrimme välttämään tallentamalla tekemämme työn usealle eri muistitikulle sekä omille tietokoneillemme. Harjoittelut eri paikkakunnilla hieman hidastivat projektimme etenemistä, sillä esimerkiksi internetin saatavuus oli kyseenalaista. Yhteistyömme oli silti koko projektin ajan tiivistä.

5.5 Projektin kustannusarvio ja resurssit

Laadimme projektillemme budjettisuunnitelman, joka perustui arvioon siitä, kuinka paljon projektin toimenpiteet tulisivat maksamaan (ks. Karlsson & Marttala 2001, 69). Projektin kuluista vastasimme pääasiassa itse projektiryhmänä, mutta ohjelmointikuluihin saimme ulkopuolista rahallista avustusta. Jatkossa voimme halutessamme markkinoida tuotettamme muille ammattikorkeakouluille saadaksemme tekemällemme työlle myös rahallista palkkiota.

Jaoimme resurssit seuraaviin pääluokkiin: henkilöt, koneet ja laitteet sekä materiaalit (ks. Pelin 2011, 146). Henkilöresursseihin kuuluivat meidän ja ohjelmoijan lisäksi ohjaajat, röntgenhoitaja-opiskelijat Rad0sn-, Rad1sn- ja Rad2sn -ryhmistä, asiantuntijat ja kielten opettajat. Tuntipalkat laskimme opinnäytetyölle määrätyn laskennallisen tuntipalkan mukaan. Projektiryhmän palkkojen summa määräytyi opinnäytetyölle varatun opintopistemäärän ja ohjausryhmän palkat heille määrättyjen opinnäyteohjausresurssien perusteella. Asiantuntijoiden ja ohjelmointiryhmän palkka määräytyi heidän antamansa ohjauksen ja ohjelmointiin käytettyjen tuntien mukaan. Projektissamme tarvittavat kone- ja laiteresurssit olivat molempien omat tietokoneet ja muistitikut sekä koulun ATK-luokissa olevat tietokoneet ja niiden ohjelmat. Materiaaliresursseihin kuuluivat tarvittavien tulosteiden paperi- ja monistuskustannukset ja peliin tarvittavat kuvat, jotka saimme Oulun

yliopistollisen sairaalan tutkimuskoordinaattori Esa Liukkoselta. Liitteessä 2 olevassa taulukossa on koottuna projektin arvioidut ja toteutuneet kustannukset.

5.6 Tietokonepelin laatukriteerit

Tuotteen laatu on suhteellinen käsite, jota arvioidaan sen perusteella, kuinka hyvin tulos vastaa asetettuja tavoitteita (Ruuska 2007, 234). Laadunmittauksella selvitetään arvot niille laatukriteereille, jotka on valittu laadun määrittämisen perusteeksi (Jämsä & Manninen 2000, 135). Luukkonen (2000, 16) mukaan paras kriteeri digitaalisen viestinnän tulosten arvioinnille on se, luoko digitaalinen teos positiivista arvoa: lisääkö se ymmärrystä ja edesauttaako se muiden ihmisten hyvinvointia. Lähteiden avulla valitsimme laatukriteereiksi työmme kannalta mielekkäät kriteerit. Taulukkoon 1 kokosimme tuotteen laatutavoitteet, jotka jaottelimme koskemaan tietokonepelin sisältöä, kieliasua, ulkoasua, rakennetta ja käytettävyyttä. Taulukon avulla laadimme myös esitestauksissa käytetyt kyselylomakkeet, jotka ovat liitteissä 3 ja 4. Esitestauksen suoritimme röntgenhoitajaopiskelijoilla.

Oppimispelin suunnittelussa täytyy ottaa huomioon haasteiden sopivuus pelaajan taitoihin nähden, selkeät tavoitteet, selvä palaute, hallinnantunne ja pelattavuus, jotta saadaan tuotettua mukaansatempaava ja nautittava pelikokemus (Kiili 2006, 197). Tarkasti rajattu käyttäjäryhmä helpotti pelaajan taitojen huomioonottamisen pelin sisältöä suunniteltaessa. Pelissämme pelaaja saa yksittäisen tietokilpailupelin suoritettuaan palautetta, mikä innostaa yrittämään uudelleen ja pyrkimään parempaan tulokseen. Suunnittelimme pelin mahdollisimman helppokäyttöiseksi ja selkeäksi, jotta tuotteemme pelattavuus olisi hyvä.

Oppimispelin **sisällössä** painotimme sitä että, sen tulee olla luotettavaa, ajankohtaista (ks. Vainionpää 2006, 99) ja oikeellista (ks. Opetushallitus 2006, 17). Valitsimme lisäksi ymmärrettävyyden yhdeksi sisällön laatukriteeriksi, sillä pelaajan mielenkiinto katoaa nopeasti, jos pelin sisältö on liian vaikeaa. Pelimme **kielessä** kiinnitimme huomiota käyttäjälähtöisyyteen ja siihen, ettei tekstissä ole tarpeettomia lyhenteitä tai käyttäjälle vieraita termejä (ks. Opetushallitus 2006, 20).

Ulkoasua puolestaan arvioimme oppimisen kannalta (ks. Ilomäki, Eronen & Lakkala 2008, 28). Tuotteen suunnittelussa kiinnitimme erityisesti huomiota tuotteemme typografiaan eli graafiseen

ulkoasuun. Sen tarkoituksena on saada pelaaja ensin kiinnostumaan ja sitten perehtymään tietokonepeliimme tarkemmin. Typografia viestii yhtä vahvasti kuin tekstin sisältö ja vaikuttaa siten vahvasti viestin perillemenoon. Typografian tavoitteena on hyvä luettavuus, mikä oli myös tuotteemme yhtenä laatukriteerinä. (ks. Loiri & Juholin 1999, 32–34.)

Verkko-oppimateriaalin **rakenteen** halusimme ohjaavan oppimista parhaalla mahdollisella tavalla. Materiaalin **käytettävyydessä** puolestaan painotimme ohjelman riittävään nopeuteen ja tehokkuuteen. (ks. Opetushallitus 2006, 16–19.) Lisäksi tietokonepeliimme on helposti saatavilla eikä sen avautuminen kestä kohtuuttoman kauan (ks. Karjalainen 2012, 7–8).

Käyttöliittymän suunnittelussa painotimme opittavuutta, tehokkuutta, muistettavuutta, virheettömyyttä ja tyytyväisyyttä. Opittavuudella tarkoitamme sitä, kuinka nopeasti ja helposti pelaaja oppii käyttämään ohjelmaa. (ks. Koivunen & Nieminen 1996, 22–25.) Laadimme peliin lyhyet ja selkeät peliohjeet. Lisäksi hyödynsimme tuotteessamme esimerkiksi sitä tietoa, että käyttäjät ovat tottuneet siihen, että Ok-painike on ennen Cancel-painiketta tai jos ne ovat vierekkäin, niin Ok-painike on Cancel-painikkeen vasemmalla puolella (ks. Wiio 2004, 169). Käyttöliittymän tehokkuutta miettiessämme tarkastelimme, kuinka nopeaa järjestelmän käyttö on sitten, kun se on opittu hyvin. Muistettavuudella tarkoitamme tuotteessamme puolestaan sitä, kuinka helposti toimintojen, termien ja graafisten merkkien sisältö on muistettavissa sen jälkeen, kun järjestelmän käyttö on kertaalleen opittu. Virheettömyydellä ja tyytyväisyydellä vaikutimme tuotteemme mielenkiintoon. Järjestelmän tulee olla johdonmukainen, jotta virhetilanteita syntyy mahdollisimman harvoin, ja jos niitä syntyy, niissä ei saa kulua paljoa aikaa. Käyttäjän tyytyväisyys vaikuttaa siihen, miten mielellään hän käyttää käyttöjärjestelmäämme ja siten myös siihen, kuinka innokkaasti pelaajat jaksavat pelata tuottamaamme tietokonepeliä. (ks. Koivunen & Nieminen 1996, 22–25.)

Tuotteemme sisältöä laatiessamme käytimme ajankohtaista ja luotettavaa kotimaista ja kansainvälistä tutkimustietoa. Pyrimme siihen, että tuottamamme itseopiskelumateriaali avautuu helposti ja sen avulla on mielekästä opetella potilaan tietokonetomografiatutkimuksissa saaman säteilyaltistuksen optimointiin liittyviä asioita. Sijoitimme tuotteemme koulumme verkko-oppimisympäristö Optimaan, sillä siten se on helposti käyttäjien saatavilla.

TAULUKKO 1. Tietokonepelin laatuksiteerit

KÄSITE	OMINAISUUDET	OPERATIONALISTAMINEN
Optimointia korostava sisältö	Luotettavuus	Sisältö perustuu kansainväliseen ja kotimaiseen tutkittuun tietoon
	Ajankohtaisuus	Sisältö perustuu uusimpaan tutkittuun tietoon
	Oikeellisuus	Pelissä käytetään oikeita käsitteitä
		Asiasisältö on yhdenmukaista työelämän kanssa
	Ymmärrettävyys	Lauserakenteet ovat niin yksinkertaisia kuin asiasisältö sallii
		Kysymykset ovat niin yksinkertaisia kuin asiasisältö sallii
		Kysymykset eivät ole liian vaikeita
		Kysymykset eivät ole liian helppoja
Röntgenhoitajaopiskelijat huomioiva kieliasu	Kielen rakenne	Kieli on selkeää
		Kieli on niin yksinkertaista kuin esitettävän asian sisältö sallii
		Sanavalinnat ovat selkeitä
	Käsitteiden käyttö	Käsitteet ovat ymmärrettäviä
Oppimista tukeva ulkoasu	Tekstin luettavuus	Kirjasintyyppi on selkeä
		Kirjasintyyppi on kooltaan sopiva
		Tekstin ja taustan välinen kontrasti on riittävä
	Graafinen kiinnostavuus	Värit tukevat pelin visuaalista kiinnostavuutta
		Kuvat ovat havainnollistavia

Oppimista tukeva rakenne	Loogisuus	Peli etenee loogisesti
		Perustoiminnot ovat helppoja
	Palkitsevuus	Peli kannustaa hyvin suoriutuksiin
		Suorituksesta saatava palaute on selkeää
Hyvä käytettävyys	Opetuspeli on helposti löydettävissä ja saatavilla	Käyttöönotto on helppoa
	Käyttö on nopeaa	Peli toimii riittävän nopeasti

6 TIETOKONEPELIN JA TUOTEKEHITYSPROJEKTIN ARVIOINTI

6.1 Tietokonepelin laadun arviointi

Määritimme projektin alussa projektin toteutusprosessin ja tuotteen laatukriteerit, jotta pystyimme loppuvaiheessa arvioimaan projektimme laadullista onnistumista. Projektin onnistumisen arviointi ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, sillä se on aina jossakin määrin myös mielipidekysymys. (ks. Ruuska 2007, 277.) Valitsimme itseopiskelumateriaalin muodoksi tietokonepelin, sillä teknologia kehittyy koko ajan, mikä mahdollistaa tietokonepelien pelaamisen melkein missä vain ja milloin vain. Lisäksi koulutusohjelmassamme on jo aiemmin tehty säteilyturvallisuuteen liittyvä lautapeli röntgenhoitajaopiskelijoille, joten emme halunneet luoda toista samantyylistä materiaalia opiskelijoille. Tietokonepeliä on myös helppo myydä eteenpäin kopioitavuutensa ansiosta.

Tuotetta tehdessämme otimme huomioon sekä tulevat pelaajat että toimeksiantajan. Pyrimme lisäämään tuotteemme mielenkiintoa visuaalisesti selkeällä ulkonäöllä ja toimivalla käyttöliittymällä. Tavoitteenamme oli antaa opiskelijoille uudenlainen ja erilainen tapa oppia ja kerrata osittain samoja asioita, joita TT-luennoilla ja joillakin muilla koulutusohjelmamme luennoilla käydään läpi. Mielestämme saimme aikaan laadukkaan tuotteen, joka suosii opiskelijoiden erilaisia oppimisstrategioita. Pelissämme korostuu hyvin konstruktivistinen oppimiskäsitys, sillä peliä pelatessa opiskelija on itse aktiivinen tiedonrakentaja, joka rakentaa uutta tietoa luennoilla oppimansa tueksi. Ongelmanratkaisumalli puolestaan näkyy tuotteessamme siinä, että opiskelijan tulee itse osata päätellä, miksi kolme muuta vaihtoehtoa ovat vääriä ja siten selvittää oikea vaihtoehto.

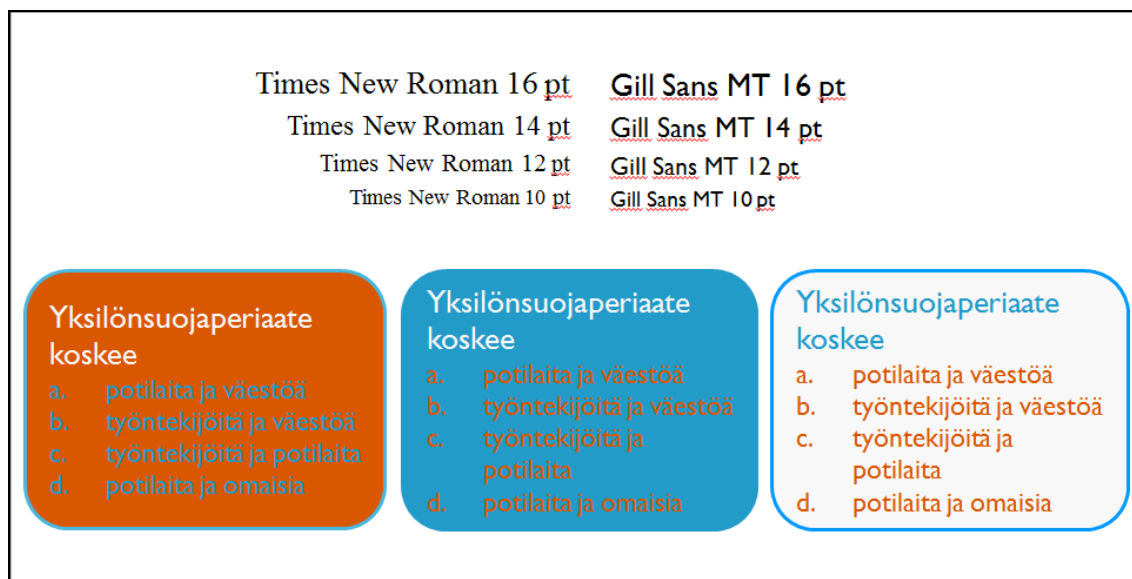
Tasasimme tuotteessamme rivit aina vasemmalle, sillä siten katse löytää seuraavan alkavan rivin vaivattomasti sekä kiinnitimme huomiota lauseiden pituuteen, ettei katse lähde harhailemaan (ks. Loiri & Juholin 1999, 32–34). Kiinnitimme huomiota myös rivien pituuksiin ja rivivälien riittävyys, jotta tekstin lukeminen olisi mahdollisimman helppoa ja vaivatonta (ks. Itkonen 2007, 84–85). Typografian laadinnassa tärkein asia oli kirjaintyyppin valinta (Loiri & Juholin 1999, 34). Valitsimme kirjasintyypiksi humanistisen groteskin (Gill Sans MT), sillä sen luettavuus on paras ja se sopii hyvin ruutukäyttöön (ks. Itkonen 2007, 60–68). Käytimme ainoastaan yhtä kirjasintyyppiä, sillä monen kirjasintyyppin käyttö synnyttää sekavuutta ja vaikeuttaa lukemista. Kullekin teks-

tinosalle määrittelimme myös koon sekä kirjainten ja sanojen etäisyydet toisistaan, joita noudattimme koko tuotteessa luodaksemme ehyen kokonaisvaikutelman. (ks. Loiri & Juholin 1999, 34–39.) Fonttikoon valinnassa luettavuus oli etusijalla. Kirjainten ja sanojen välinen tiheys ei saa olla liian lähellä eikä myöskään liian kaukana toisistaan, jotta luettavuus säilyy (Loiri & Juholin 1999, 38–39). Lisäksi pidimme ne vakioina koko tuotteessa, sillä se tukee tekstin luettavuutta (ks. Huovila 2006, 104). Kiinnitimme huomiota myös sanojen pituuksiin, sillä lyhyiden sanakuvien hahmotaminen on paljon nopeampaa ja helpompaa kuin pitkien (ks. Loiri & Juholin 1999, 40). Korostuskeinoina käytimme eri tekstiosien riittävää kokoeron muutosta (kokokontrasti) ja rinnastamalla kirjaintyyppien eri lihavuuksia (vahvuuskontrasti) (ks. Itkonen 2007, 77–78).

Oikeanlaisella sommittelulla oli tarkoituksena lisätä käyttäjän motivaatiota sekä käytettävyyttä teknisenä suorituksena. Näköharhojen vähentämiseksi kiinnitimme huomiota siihen, ettei tietokonepelin pelaaminen edellytä yli 15 minuutin intensiivistä yhtäjaksoista keskittymisjaksoa ilman lyhyitä taukoja. Sommittelussa otimme huomioon myös, että painikkeiden välit toisistaan ja ikkunan reunasta ovat sopivat. (ks. Metsämäki 1995, 17–41.) Kuvaideat saimme aiheestamme (ks. Loiri & Juholin 1999, 54).

Valitsimme tuotteemme taustaväriksi vaalean harmaan, sillä harmaa on paras taustaväri ja taustakuvien väriä (ks. Metsämäki 1995, 34). Tekstin ja painikkeiden väreiksi valitsimme tumman oranssin ja kolme eri sinisen sävyä. Värien valinnassa hyödynsimme väriympyrää ja valitsimme tuotteemme pääväreiksi toistensa vastavärit. Tuotteessamme oranssi on hallitseva ja sininen apuväri, sillä siten pyrimme saamaan lopputuloksesta mielenkiintoisen ja aikaa kestävän. (ks. Huovila 2006, 118–121.) Symboliikassa oranssi väri viestii vaaraa, voimaa ja onnellisuutta ja sininen väri puolestaan harkitsevaisuutta, uskoa ja ylpeyttä. Sininen väri antaa lisäksi järjestyksen tuntua ja alentaa verenpainetta. (Huovila 2006, 45–46.) Myös toimeksiantajamme logon värit ovat oranssi ja sininen, joten värien valinta oli siinäkin mielessä looginen. Oikean vastauksen väriksi valitsimme vihreän, sillä se on turvallinen ja rauhallinen väri, joka merkitsee, että saa edetä (ks. Sinkkonen 1996, 182). Väärän vastauksen väriksi valitsimme puolestaan punaisen, sillä se on psykologisesti vaikuttavin väri ja saa ihmisen toimimaan (ks. Huovila 2006, 45). Nyrkkisääntönä on, että mitä punaisempi väri on, sitä enemmän se aiheuttaa valppautta, mitä toivoimmekin saavamme väärän vastauksen värillä (ks. Sinkkonen 1996, 182). Värien suunnittelussa ja valinnassa

otimme huomioon myös värin vieressä ja taustalla olevat värit (ks. Loiri & Juholin 1999, 112–113). Värien yhteensopivuutta ja kirjaintyyppin valintaa havainnollistamme kuviossa 2.



KUVIO 2. Tausta- ja tekstivärin suunnittelua sekä kirjaintyyppin valintaa

Ohjelmoija pyrki tekemään tietokonepelistämme mahdollisimman pienen kooltaan, jotta sen avautuvuus ja käytettävyys eivät kärsisi. Linjama kulutti merkittävästi aikaa esimerkiksi TT-kuvien muuntamiseen pienempään tiedostoon, sillä pelin riittävän nopea avautuminen oli yhtenä laatukriteerinämme. TT-kuvatiedostot ovat kooltaan suuria, mikä väistämättä vaikuttaa tietokonepelin avautumisen nopeuteen. Tuottemme ulkoasu on looginen ja asiallinen kokonaisuus ja sen käytölliittymässä on otettu huomioon miellyttävyys ja selkeys. Liitteessä 5 olemme havainnollistaneet tarkemmin tietokonepelin ulkoasun kehitystä ja lopullista graafista ulkoasua.

Pelin asiasisällön laadun takaamiseksi käytimme sisällön tuottamiseen luotettavia kansainvälisiä ja kotimaisia tieteellisiä julkaisuja ja tarkistutimme sisällön useilla asiantuntijoilla. Sisällönohjaajina meillä olivat asiantuntevat opettajat, jotka tarkistivat sisällön useaan otteeseen. Varsinaisen esitestauksen lisäksi röntgenhoitaja Hannu Ihalainen tarkisti tuotteen asiasisällön käytännön näkökulmasta. Ihalaiselta saaman palautteen pohjalta selvensimme vielä joitakin kysymyksiä ja teimme vääristä vastauksista selkeämmin vääriä vastauksia. Harjoitteluissa testasimme kysymyksiä myös muutamalla röntgenhoitajalla ja valmistuvalla röntgenhoitajalla. Heiltä saamamme palautteen pohjalta poistimme muutamia epäoleellisia kysymyksiä, jotka olisivat helposti kadottaneet

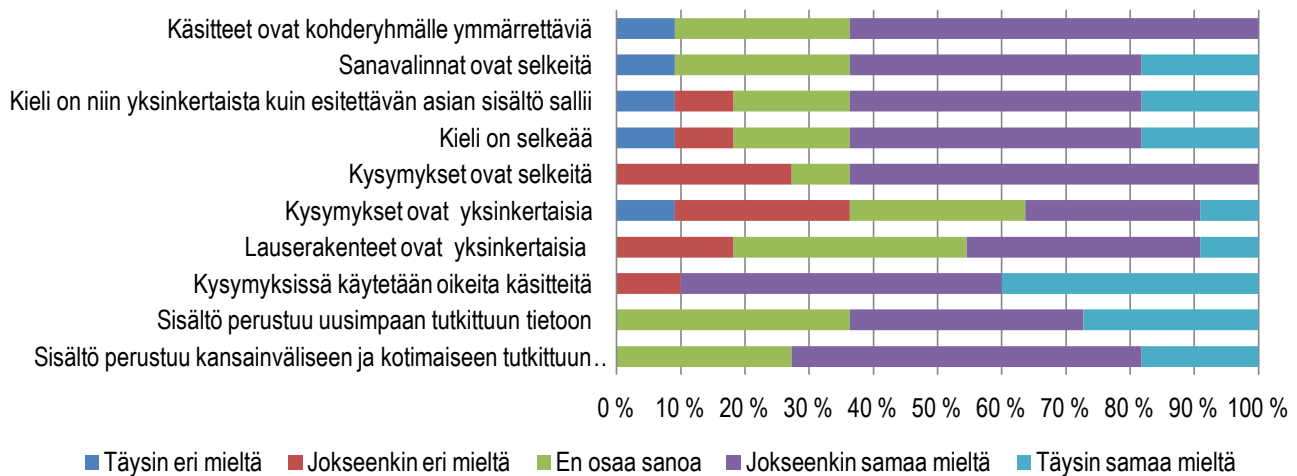
pelaajan mielenkiinnon. Anatomiatehtävien oikeellisuuden tarkisti radiologi Ari Karttunen. Tuotteemme sisältö on laadukasta ja luotettavaa, ja siinä on otettu hyvin huomioon tuotteemme tulevat käyttäjät.

6.2 Tietokonepelin esitestaus ja korjaukset palautteen pohjalta

Tuotteemme esitestaus oli kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa esitetasimme tietokonepelin monivalintakysymykset toukokuussa 2013. Toisessa vaiheessa esitetasimme monivalintakysymysten lisäksi pelin käyttöliittymän lokakuussa 2013. Pelin esitestaajina käytimme oman ryhmämme lisäksi myöhemmin aloittaneita röntgenhoitajaopiskelijaryhmiä. Esitestauksen jälkeen testaajat täyttivät laatimamme kyselylomakkeet (liitteet 3 ja 4). Palautteen antajat saivat täyttää lomakkeen anonymisti. Kokosimme Likert-asteikolla annetut vastaukset kuvioihin 3 ja 4. Väittämiä arvioitiin asteikolla 1–5, jossa 1=täysin eri mieltä, 2=jokseenkin eri mieltä, 3=en osaa sanoa, 4=jokseenkin samaa mieltä ja 5=täysin samaa mieltä.

6.2.1 Ensimmäinen esitestaus ja muutokset

Ensimmäisessä vaiheessa esitestaajat olivat käyneet tietokonetomografiaopintojakson, mutta eivät välttämättä vastaavaa harjoittelujaksoa. Esitestaajat vastasivat 17.5.2013 monivalintakysymyksiin paperille ja täyttivät kyselylomakkeen (liite 3). Tarkistimme kaikki vastaukset ja analysoimme kyselylomakkeet. Strukturoidun osion analyysi on tarkemmin kuviossa 3. Esitestauksen jälkeen kysymyksiin tehtiin tarvittavat muutokset palautteen perusteella ja keskityimme erityisesti niihin kohtiin, jotka saivat eniten eri mieltä -vastauksia. Heikoimmat tulokset saivat kielen ja kysymysten selkeys ja yksinkertaisuus. Palautteen perusteella muokkasimme kysymyksiä yksinkertaisemmiksi. Tässä vaiheessa kävimme vielä jokaisen kysymyksen erikseen läpi. Pohdimme sanamuotoja, kysymysten asettelua ja vastausvaihtoehtoja sekä muokkasimme niitä paremmiksi. Lisäksi pohdimme, mistä väärät vastaukset johtuivat. Muokkasimme ja selvensimme kysymyksiä, jos päättelimme, että väärä vastaus johtui kysymyksenasettelusta. Projektin edetessä kävimme kysymykset useasti läpi, jotta saimme muotoiltua ne riittävän hyviksi.



KUVIO 3. Ensimmäisen vaiheen palautekyselyn strukturoidun osion vastausten jakautuminen

Kysymysten monimutkaisuudesta mainittiin myös vapaan palautteen osiossa:

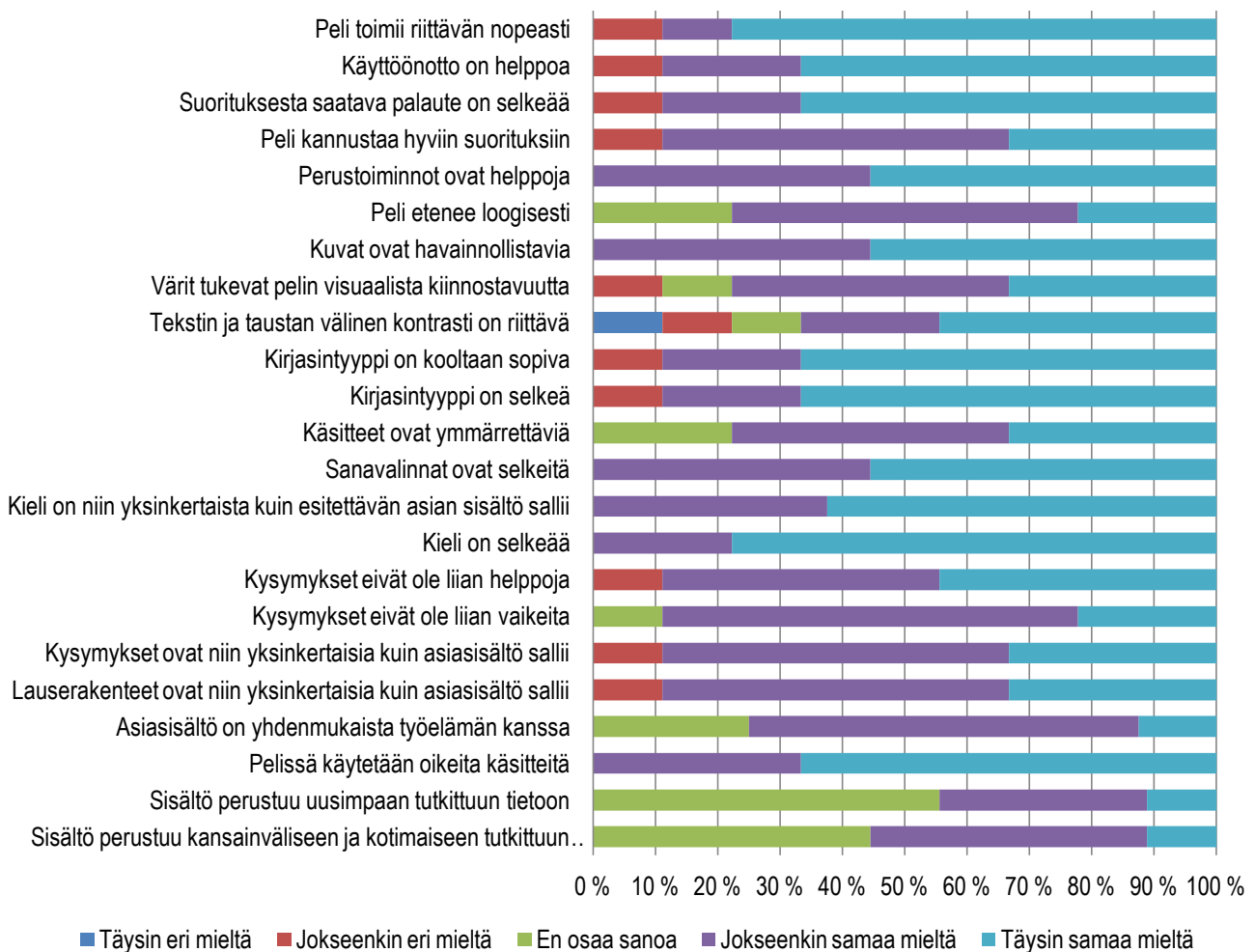
”Osa kysymyksistä todella pitkiä ja vaikeita ymmärtää.”

”Kysymysten lukemiseen piti todella keskittyä. Oli kiva että oli helpompiakin kysymyksiä 😊”

6.2.2 Toinen esitestaus ja muutokset

Toisessa vaiheessa esitetasimme pääasiassa tietokonepelin toimivuutta. Toteutimme esitestauksen 14.–18.10.2013. Tuona aikana röntgenhoitajaopiskelijat saivat käydä pelaamassa peliä oman aikataulunsa mukaan ja täyttää kyselylomakkeen (liite 4). Tavoitteenamme oli saada 15 vastausta, mutta saimme niitä vain yhdeksän. Päätimme sen kuitenkin riittävän, koska olimme saaneet palautetta jo muutamilta röntgenhoitajilta. Vastaajista kaksi eivät olleet käyneet tietokonetomografiaopintojaksoa eikä vastaavaa harjoittelua. Kyselylomakkeella testaaja arvioi pelin sisältöä, kieliasua, ulkoasua, rakennetta ja käytettävyyttä. Analysoimme kaikki vastaukset samana ryhmänään, ja analyysi palautteesta on kuviossa 4.

Suurin osa vastaajista oli samaa mieltä kaikkien väittämien kanssa. Ainoastaan ”Sisältö perustuu uusimpaan tutkittuun tietoon” -väittämään yli puolet vastaajista oli vastannut ”en osaa sanoa”. Myös väittämään ”Sisältö perustuu kansainväliseen ja kotimaiseen tutkittuun tietoon” lähes 50 % oli vastannut ”en osaa sanoa”. Vastausten perusteella laadimme peliin osion, josta käy ilmi tärkeimmät lähteemme, joiden pohjalta olimme laatineet sisällön peliin. Eniten eri mieltä -vastauksia, noin 22 %, sai väittämä ”Tekstin ja taustan välinen kontrasti on riittävä”. Korjaukseksi tummensimme vihreää tekstiä. Esitestauksesta saatujen tulosten perusteella peli on helppokäyttöinen ja selkeä.



KUVIO 4. Toisen vaiheen palautekyselyn strukturoidun osion vastausten jakautuminen

Sanallisen palautteen osioon oli vastannut seitsemän vastaajaa. Kävimme palautteet läpi yksitellen ja teimme palautteen pohjalta tarpeellisiksi katsomamme korjaukset peliin. Esitestausversio ei ollut lopullinen viimeistelty peli, joten osa korjausehdotuksista tuli jo tiedossamme olleisiin epäkohtiin, jotka aioimme korjata. Tällaisia korjausehdotuksia olivat esimerkiksi maininnat toimimattomista kuvatehtävistä ja oikeiden vastausten määrän näkyminen pelin loputtua. Vihreän tekstin huono kontrasti tuli esille myös vapaan palautteen osiossa.

”Oikeiden vastausten yhteydessä näkyvä vaaleanvihreä teksti ei erotu taustasta tarpeeksi hyvin”

Saimme myös pelin sisältöön liittyviä korjausehdotuksia:

”Lisäksi käsitteitä (muut kuin oikeat vastaukset) olisi voinut avata enemmän. Välillä kysymykset nippelitietoa ja toiset liian helppoja. Pelin idea kuitenkin hyvä ja hauska.”

Palautteen perusteella lisäsimme kysymyksiin lisätietoja ja havainnollistavia kuvia. Poistimme muutaman epäolennaisen kysymyksen, mutta emme enää lähteneet muokkaamaan helppoja kysymyksiä vaikeammiksi, koska vastaajista suurin osa oli sitä mieltä, että kysymykset eivät olleet liian helppoja. Toisen vastaajan mielestä kysymykset olivat ”sopivan haastavia”.

Saimme testaajilta paljon positiivisia kommentteja. Erityisesti kuvatehtävät olivat pidettyjä.

”Peli on tosi koukuttava, kannustaa oppimaan, asiat kertautuu ja kuvatehtävät on tosi kivoja! 😊”

”Ulkoasu on tosi kiva!”

”Kiva peli!!!”

”Kuvakysymykset hyviä ja mielenkiintoisia!!!!”

Ensimmäisen esitestauksen perusteella tehtyjen muutosten jälkeen kukaan ei enää maininnut liian pitkiä tai monimutkaisia lauserakenteita. Toisen esitestauksen perusteella voimme ajatella pelin olevan mielenkiintoinen ja käyttökelpoinen.

6.3 Projektin kustannusten ja aikataulun arviointi

Suunnitelmissamme oli tehdä opinnäytetyö opintosuunnitelman aikataulun mukaan. Periaatteessa olisimme voineet kiihittää aikataulua, jotta olisimme valmistuneet aikaisemmin syksyllä, mutta emme halunneet tehdä työtä huolimattomasti. Lisäksi tieto siitä, että ohjelmoijamme aikaresurssit ovat syksyllä vähäisemmät, vaikutti aikataulusuunnitelmiimme. Halusimme antaa ohjelmoijalle riittävästi aikaa myös syksyllä tuottaaksemme mahdollisimman laadukkaan ja viimeistellyn pelin. Suunnitellut tuntimäärät eivät riittäneet projektillemme, mutta pysyimme silti aikataulussa. Sekä omat että ohjelmoijan ylimääräiset työtunnit lisäsivät projektin kustannuksia. Aikataulussa pysyminen huolestutti projektin loppuvaiheessa, kun ohjelmoijan aikaresurssit kävivät vähäisiksi. Jouduimme muokkaamaan keskeneräistä peliä sisällön ja pelin toimivuuden arvioinnin vuoksi useaan otteeseen, mikä lisäsi ohjelmointiin tarvittavaa aikaa. Saimme kuitenkin tuotteen valmiiksi ajoissa, jotta valmistuimme joulukuun 2013. Tarkempi aikataulumme on liitteessä 1.

6.4 Projektityöskentelyn arviointi

Teimme opinnäytetyön kirjallisia tuotoksia koko projektin ajan sekä yhdessä että erikseen. Sovimme etukäteen, mitä kumpikin tekee itsenäisesti, minkä jälkeen kävimme yhdessä läpi aikaansaannoksemme. Sähköpostilla lähetimme aina uusimmat versiot tuotoksistamme ja teimme niihin eri väreillä omia lisäyksiä ja parannusehdotuksia. Lisäksi pidimme puhelimitse tiiviisti yhteyttä, kun olimme eri paikkakunnilla harjoittelujaksoilla. Kummallakin oli projektimme aikana vaiheita, jolloin kirjallisten tuotosten tekeminen tuntui ylittsepääsemättömältä. Onneksi jaksoimme kuitenkin patistaa toinen toistamme vuorotellen eteenpäin.

Projektimme aikana tiedotimme kukin tiimien jäsenille tavoitteista, suunnitelmista ja päätöksistä (ks. Litke & Kunow 2004, 104), jotta projektimme eteni halutulla tavalla. Ohjelmointiryhmän kanssa yhteydenpito tapahtui pääasiassa sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Sähköpostilla lähetimme toisillemme uusia versioita tuotteestamme ja suunnittelimme sen pohjalta siihen paran-

nusehdotuksia ja tarvittavia muutoksia. Yhteistyömme sujui moitteettomasti, ja ohjelmoijamme ymmärsi hienosti ideamme pelkän kirjallisen viestinnän avulla. Linjama otti kunnioitettavalla tavalla vastuun omasta osuudestaan projektissa, vaikka hän suoritti samalla asevelvollisuuttaan ja sai perheenisäystä. Pelin suunnittelua ja toteuttamista olisi voinut hieman helpottaa se, että ohjelmointiryhmä olisi ollut projektiryhmän kanssa samalla paikkakunnalla. Näin peliä ei olisi tarvinnut lähettää edestakaisin niin usein, ja olisimme voineet saada asiat selviksi muutamalla tapaamisella.

Projektimme alkuvaiheessa näimme ohjausryhmää säännöllisin väliajoin, mutta loppuvaiheessa sovimme ainoastaan tarpeen vaatiessa kasvotusten järjestettyjä tapaamisia. Loppuvaiheessa kommunikointi tapahtui pääasiassa sähköpostin välityksellä. Saimme ohjaajiltamme hyviä parannusehdotuksia sekä asiasisältöön liittyviä korvaamattomia neuvoja. Harmiksemme toinen ohjaajistamme jäi kesken projektin äitiyslomalle, mutta saimme luvan tarvittaessa olla häneen yhteydessä. Lisäksi hän oli halukas näkemään loppuraporttimme ja tuotteemme ennen niiden lopullista valmistumista. Tukiryhmän kanssa yhteydenpito tapahtui sekä kasvotusten että sähköpostin välityksellä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön aihetta valitessamme toiveemme oli saada aikaan jotain luovaa ja mielenkiintoista opinnäytetyömme tulokseksi. Aihevalintaamme tuki lisäksi oma mielenkiintomme potilaan saaman säteilyaltistuksen optimointiin radiologisissa tutkimuksissa. Mielestämme optimointi on erittäin oleellinen osa röntgenhoitajan työtä, minkä vuoksi halusimme perehtyä siihen kunnolla jo opiskelujemme aikana. Tietokonetomografiatutkimusten määrä on viime vuosina kasvanut kymmenellä prosentilla vuosittain. Sekä ammattilaiset että suuri yleisö ovat huolestuneet TT:n lisääntyneestä käytöstä sen ionisoivan säteilyn lääketieteellisen käytön aiheuttaman syöpäriskin vuoksi. Tärkein menetelmä vähentää TT:n aiheuttamia annoksia on arvioida, ylittääkö tutkimuksesta saatava informaatio hyödyllisyydellään sen aiheuttamat riskit ja kustannukset. Muita tärkeitä saatavilla olevia menetelmiä annoksen vähentämiseen ovat kuvausparametrien optimointi sekä potilasta suojelevien menetelmien käyttö, esimerkiksi automaattinen putkivirran modulointi. (Willemink ym. 2013, 1623–1624.)

Tietokonetomografiaan liittyviä opiskeltavia asioita on paljon, mutta kurssien aikaresurssit ovat niukat, joten opintojaksoilla opitun tiedon syventämiseksi oli tarve saada oheismateriaali luentojen rinnalle. Monet tutkimukset tukivat verkko-opiskelun hyödyntämistä opetuksessa, ja siten saimme lisää rohkeutta ja intoa tehdä niinkin kunnianhimoinen projekti kuin tietokonepeli opinnäytetyön tuotteena. Viimeisen kymmenen vuoden aikana Suomen peliteollisuus on kasvanut merkittävästi ja sen tulevaisuus näyttää lupaavalta (Hiltunen & Latva 2011, 6–13). Lisäksi tutkija Marc Prenskyn, opetuksessa käytettävien digitaalipelien puolestapuhujan, mukaan 2000-luku on digitaalipeleihin perustuvan oppimisen vuosisata (Zhi & Liu 2011, 1329).

Tulostavoitteenamme tässä opinnäytetyöprojektissa oli tehdä tietokonepeli röntgenhoitajaopiskelijoille tietokonetomografiatutkimuksista potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen optimoinnista. Projektissamme **toiminnallisina tavoitteinamme** ovat, että tulevat röntgenhoitajaopiskelijat voivat opiskella itse tietokonetomografiatutkimusten optimointia käytännönläheisesti ja että opettajat saavat uuden työtavan käyttöönsä. Pitkän aikavälin toiminnallisena tavoitteena valmistuvien röntgenhoitajien hyvän ammattitaidon avulla voidaan tulevaisuudessa vaikuttaa potilaiden säteilyannoksiin niitä optimoimalla.

Tietokonepelin suunnitteleminen ja tekeminen laajensi projektissa tarvittavaa kompetenssia meidän osaamisalueemme ulkopuolelle, mikä tuotti hieman ongelmia projektin etenemisessä. Välillä näytti siltä, että meidän täytyy kokonaan luopua suunnitelmasta toteuttaa tietokonepeli, kun ohjelmoijaa ei tuntunut löytyvän. Tämän huomioon ottaen olemme erittäin tyytyväisiä lopputulokseemme ja siihen, että saimme vietyä projektin loppuun asti. Koimme myös, että tekemämme työ on hyödyllistä, koska tulevat opiskelijat voivat käyttää sitä hyödyksi opinnoissaan.

Pelissämme olevien monivalintakysymysten laadinta osoittautui yllättävän suureksi haasteeksi, sillä väärin vastausten keksiminen vaati asioiden syvällistä ymmärtämistä, syy-seuraussuhteiden hallitsemista ja luovuutta. Kiinnitimmekin erityisesti huomiota siihen, että kaikilla kysymyksillä on aina vain yksi oikea vaihtoehto. Saimme työllemme rahallista avustusta, mutta emme suosineet tuotteessamme mitään laitevalmistajaa, sillä halusimme tehdä tuotteestamme oman näköisen emmekä minkään laitevalmistajan markkinointiesitettä. Täten saimme pelistä myös opettavaisemman, koska saimme tuotteeseemme yleisiä säteilyaltistuksen teknisen optimoinnin periaatteita sekä eri laitevalmistajien erilaisia ratkaisuja potilaan saaman säteilyaltistuksen optimointiin. Tuotteemme eettisyys tulee myös esille siinä, ettemme opeta väärää tietoa, koska tuotteemme perustuu luotettavaan tutkimustietoon ja sen sisältö on tarkistettu asiantuntijoilla.

Esitestauksessa ja suunnitteluvaiheessa saamamme palautteen perusteella opiskeleminen tietokonepelin avulla on mielenkiintoista ja opettavaa. Erityisesti kuvatehtävät herättivät positiivisia kommentteja esimerkiksi käytännönläheisyydestään. Etukäteen asetettujen laatukriteerien ja esitestauksesta saamamme palautteen avulla saimme ulkoasusta visuaalisesti mielenkiintoisen ja oppimista edistävän sekä asiasisällöstä luotettavan ja oikeellisen.

Valitsimme tuotteen jakelukanavaksi koulumme verkko-oppimisympäristö Optiman. Näin peli on opiskelijoiden saatavilla helposti, eikä ole sidonnainen opiskeluun koululla. Tällä tavalla myös rajoitamme, ettei kuka tahansa pääse peliin käsiksi, vaan pelaajan täytyy olla opiskelija tietokone-tomografiaopintojaksolla. Täten tuote on alkuperäisten suunnitelmien mukaan vain Oulun seudun ammattikorkeakoulun radiografian ja sädehoidon opiskelijoiden käytettävissä, mikä mahdollistaa meille tuotteen markkinoimisen ja myynnin eteenpäin tulevaisuudessa. Tekemämme tuote on helposti muokattavissa ja parannettavissa, jos päätämme markkinoida ja myydä tuotetta

myös muille kohderyhmille. Oulun seudun ammattikorkeakoululle jää tuotteemme päivitysoikeudet, jotta he voivat tarpeidensa mukaan pitää pelin ajan tasalla tekniikan kehittyessä.

Omana **oppimistavoitteenamme** oli saada pelin sisällön tuottamisen avulla ammatillista osaamista tulevaa työelämää varten. Lisäksi tavoitteena oli kehittää yhteistyötaitoja eri alojen toimijoiden kanssa, projektityöskentelyä ja tietokonepelin suunnittelun perusteita. Projektityöskentelyn osalta tavoitteenamme oli oppia tuotekehitystyöskentelyä sekä sen ohella kehittyä pari- ja työryhmätyöskentelyssä, oppia projektiorganisaation luomisesta, budjetoinnista ja aikataulutuksesta.

Käytimme opinnäytetyömme lähteinä erittäin paljon englanninkielisiä julkaisuja. Meidän käyttööme sopivien hyvien englanninkielisten artikkelien löytäminen ja niihin perehtyminen oli työlästä, mikä lisäsi projektissa käytettyjä työtunteja. Opimme paljon englanninkielistä radiografia-alan sanastoa, ja englanninkielisten artikkelien lukutaitomme kehittyi huomasti. Tiedon lisääntyminen herätti halun perehtyä enemmänkin optimoinnin teknisiin menetelmiin ja uusiin tekniikoihin, vaikka ne eivät varsinaisesti röntgenhoitajan jokapäiväiseen työnkuvaan kuuluisikaan. Koimme tärkeäksi sen, että TT-laitetta käyttävä röntgenhoitaja tietää, mitä tekee ja miksi, ja pysyy mukana tekniikan kehityksessä. Pelin sisällön tuottamisen avulla kertosimme myös ihmisen anatomiaa ja latinan kielen sanastoa. Toivomme, että syvälinen paneutuminen asiasisältöön tulee näkymään myös tulevissa työskentelytavoissamme, emmekä unohda opinnäytetyöstä saamiamme oppeja käytännön työssä.

Projektin aikana opimme viestintätaitoja erityisesti sähköpostiviestinnän osalta, sillä otimme yhteyttä moniin toimijoihin peliohjelmoiden etsimisen aikana. Projektin alussa luotimme paljon puhuttuun ammattikorkeakoulun yksiköiden väliseen yhteistyöhön eli suunnittelimme kysyvämmetietotekniikan opiskelijaa mukaan projektiin. Tekniikan yksiköstä ei kuitenkaan lähdetty mukaan projektiin, koska opiskelijatöitä tehdään vain yrityksille. Mielestämme yksi kehittämisen paikka ammattikorkeakoululla on juuri tässä yksiköiden välisen yhteistyön kehittämisessä. Ohjelmoiden etsiminen johti meidät rahoituksen etsimiseen. Mahdollisia rahoittajia lähestyimme sähköpostitse. Opimme laatimaan sähköpostiviestejä rahoituksen kysymiseen ja mielestämme onnistuimme tehävässä riittävän hyvin tämän projektin edellyttämällä tasolla.

Projekti opetti meille pelisuunnittelun perusteita. Neuvottelimme Oulun yliopiston tietotekniikan yksikön edustajan kanssa sekä luimme pelisuunnittelua käsitteleviä teoksia ja saimme niistä apua opetuspelimme ominaisuuksien suunnitteluun. Rahoituksen etsimisen ansiosta saimme käsitystä myös siitä, mitä erilaiset ominaisuudet tietokonepelissä maksavat. Pohdimme myös sitä, mikä on tärkeää tai tarpeellista meidän pelissämme. Pelin teknisiä ratkaisuja rajoitti ohjelmoijan osaaminen, kun emme saaneet ammattilaisohjelmoijaa tai edes alan opiskelijaa mukaan projektiin.

Projektityöskentelytaitomme kehittyi projektin vaiheiden mukana. Erityisesti projekteihin liittyvien riskien hallinnan, budjetti- ja rahoitusasioiden sekä aikataulutuksen merkitys näkyivät jokapäiväisessä työskentelyssämme. Tällaisessa projektissa, jossa täytyy tehdä yhteistyötä ulkopuolisen kanssa, aikataulut saattavat elää ja riskit toteutuvat helpommin. Projektistamme oppineena voimme sanoa tuleville opinnäytetyön aiheiden valitsijoille, että lähdettäessä tekemään virtuaalista materiaalia olisi hyvä olla etukäteen tai mahdollisimman varhaisessa vaiheessa tiedossa ohjelmoija. Helpointa olisi, jos osaisi itse ohjelmoida.

Erittäin keskeinen osa projektiamme oli parityöskentely. Lähtökohtaisesti meillä oli melko samankaltaiset näkemykset aiheesta, mutta työskentelytapamme poikkesivat toisistaan. Opimme katsomaan asioita eri näkökulmista ja pohtimaan erilaisia lähestymistapoja työskentelyyn. Teimme paljon työtä yhdessä, mutta huomasimme, että on myös hyvä välillä tehdä työtä eteenpäin yksin omalta osaltaan ja antaa toisen katsoa oma tuotoksensa ja muokata sitä. Näin opimme kunnioittamaan toistemme näkemyksiä, mutta myös samalla kriittisesti pohtimaan työn tulosta ja työskentelyparin tarkoitusperiä. Lisäksi opinnäytetyöprosessi opetti meille pitkäjänteisyyttä ja periksiantamattomuutta, ja koimme ammatillista kasvua ja kehitystä.

Pelejä voisi mielestämme, ja tutkimusten mukaan, käyttää opetuksessa enemmänkin. Jatkokehityshaaste on opetuspelien tekeminen muiden modaaliteettien opetukseen. Jatkotutkimushaaste on puolestaan tutkimuksen laatiminen tekemämme tietokonepelin hyödyllisyydestä ja käytettävyydestä.

LÄHTEET

Avoin yliopisto. 2004. Ajankohtaista Avoimessa yliopistossa 2004. Hakupäivä 19.9.2013
http://www.avoin.helsinki.fi/ajankohtaista/2004/verkkoopiskelijan_julkistus.htm.

Carlton, R. & Adler, A. 2006. Principles of Radiographic Imaging: An Art and a Science, Fourth Edition. United States of America: Thomson Delmar Learning.

Coakley, F., Gould, R., Yeh, B., & Arenson, R. 2011. CT Radiation Dose: What Can You Do Right Now in Your Practice? AJR 196 (3), 619–625.

Dondlinger, M. 2007. Educational Video Game Design: A Review of the Literature. Journal of Applied Educational Technology 4 (1), 21–31.

Engel-Hills, P. 2006. Radiation protection on medical imaging. Radiography 12 (2), 153–160.

Euroopan komissio. 2001. Kvantamistutkimuksia koskevat lähettämissuosituksset, Säteilysuojelu 118. Hakupäivä 2.5.2012
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_fi.pdf.

Haapasalo, L. 2001. Oppiminen, tieto & ongelmanratkaisu. Joensuu: Medusa-Software.

Heggie, J., Kay, J. & Lee, W. 2006. Importance in optimization of multi-slice computed tomography scan protocols. Australasian Radiology 50 (3), 278–285.

HERCA (Heads of the European Radiological protection Competent Authorities). 2012. Regulators Work With Medical Industry on Radiation Protection. Hakupäivä 6.9.2012
<http://www.herca.org/documents/COCIR%20HERCA%20Press%20Release%2009%20January%202012%20Final.pdf>.

Hiltunen, K-P. & Latva, S. 2011. The Finnish Games Industry. Neogames: Centre of Game Business, Research and Development.

Holmström, A. 2012. Etnografinen tutkimus natiivitutkimusten oppimisesta röntgenhoitajaopiskelijoiden opinnoissa. Oulu: Oulun yliopisto. Väitöskirja.

Huovila, T. 2006. "look" Visuaalista viestisi. Hämeenlinna: Karisto Oy:n kirjapaino.

Ilomäki, L., Eronen, M. & Lakkala, M. 2008. Verkko-oppimateriaalien arviointi. Teoksessa L. Ilomäki (toim.) Sähköä opetukseen - Digitaaliset oppimateriaalit osana oppimisympäristöä. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy, 24–30.

Itkonen, M. 2007. Typografian käsikirja. Kolmas, laajennettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Jartti, A., Lantto, E., Rinta-Kiikka, I. & Vuorte, J. 2012. Vatsan TT-tutkimukset. Suositukset omien kuvauskäytäntöjen kehittämiseen. (Ei julkaisupaikkaa eikä julkaisijaa).

Jämsä, K. & Manninen, E. 2000. Osaamisen tuotteistaminen sosiaali- ja terveysalalla. Helsinki: Tammi.

Kaasalainen, T. 2009. Optimointi uusilla monileikelaitteilla. Sädeturvapäivät. Suomen Radiologiyhdistys. Hakupäivä 26.4.2012 <http://www.sadeturvapaivat.fi/file.php?337>.

Kalra, M., Maher, M., Toth, T., Hamberg, L., Blake, M., Shepard, J-A & Saini, S. 2004. Strategies for CT Radiation Dose Optimization. Radiology 230 (3), 619–628.

Kanthan, R. & Senger, J-L. 2011. The Impact of Specially Designed Digital Games-Based Learning in Undergraduate Pathology and Medical Education. Arch Pathol Lab Med 135 (1), 135–142.

Karjalainen, K. 2012. Verkko-opetuksen laadunhallinta ja laatupalvelu. Hakupäivä 8.10.2012
http://www.vopla.fi/tiedostot/Laatukasikirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa_final.pdf.

Karlsson, Å. & Marttala, A. 2001. Projektkirja – onnistuneen projektin toteuttaminen. 2. painos. Helsinki: Kauppakaari.

Kiili, K. 2006. Evaluations of an experimental gaming model. *An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments* 2 (2), 187–201.

Kim, S., Frush, D. & Yoshizumi, T. 2010. Bismuth shielding in CT: support for use in children. *Pediatric Radiology* 40 (11), 1739–1743.

Koivunen, M-R & Nieminen, M. 1996. Ohjelmiston käytettävyys. Teoksessa A. Kalimo (toim.) Graafisen käyttöliittymän suunnittelu. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 12–25.

Kortesniemi, M. 2006. Säteilyannos ja sen optimointi monileike-TT:ssä. Hakupäivä 18.4.2012
<http://physicomedicae.fi/julkaisut/muut-julkaisut/83-tt-annokset-ja-optimointi.html>.

Kortesniemi, M. 2006. Säteilylähteet terveydenhuollossa. Hakupäivä 18.9.2013
<http://physicomedicae.fi/julkaisut/muut-julkaisut/82-saateilylahteet.html>.

Kortesniemi, M. 2006. Vismutti suojaa TT-tutkimuksessa. *Radiografia* 28 (1), 10–12.

Kortesniemi, M. 2008. Tietokonetomografian kasvava säteilyannos. Hakupäivä 18.4.2012
<http://physicomedicae.fi/julkaisut/muut-julkaisut/78-tt-altistus.html>.

Kuronen, E. & Koskimaa, R. 2011. Pelaajabarometri 2010. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Litke, H-D. & Kunow, I. 2004. Projektinhallinta. Helsinki: OY RASTOR AB.

Loiri, P & Juholin, E. 1999. Huom! Visuaalisen viestinnän käsikirja. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Luukkonen, J. 2000. Digitaalisen median käsikirjoitusopas. Helsinki: Oy Edita Ab.

Löow, M., 2002. Onnistunut projekti. Projektijohtamisen ja -suunnittelun käsikirja. Helsinki: Tietosanoma Oy.

Mahes, M. 2011. Advances in CT technology and application to pediatric imaging. *Pediatric Radiology* 41 (2), 493–497.

Mannila, B. 2007. Peli opettaa ammattiin. Hakupäivä 23.10.2013 http://www.opettaja.fi/pls/portal/docs/PAGE/OPETTAJALEHTI_EPAPER_PG/2007_40/114817.htm.

Manninen, T. 2007. Pelisuunnittelijan käsikirja: Ideasta eteenpäin. Kustannus Oy Rajalla.

Marin, D., Nelson, R., Rubin, G. & Schindera, S. 2011. Body CT: Technical Advances for Improving Safety. *American Journal of Roentgenology* 197 (1), 33–41.

McCollough, C., Chen, G., Kalender, W., Leng, S., Samei, E., Taguchi, K., Wang, G., Yu, L. & Pettigrew, R. 2012. Achieving Routine Submillisvert CT Scanning: Report from the Summit on Management of Radiation Dose in CT. *Radiology* 264 (2), 567–580.

Metsämäki, M. 1995. Graafinen käyttöliittymä. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Nievelstein, R., van Dam, I. & van der Molen, A. 2010. Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strategies. *Pediatric Radiology* 40 (8), 1324–1344.

Nikupaavo, U. 2012. Röntgenhoitajan rooli säteilyaltistuksen oikeutuksessa. Sädeturvapäivät. Suomen Radiologiyhdistys. Hakupäivä 20.8.2013 www.sadeturvapaivat.fi/file.php?612.

Nurmela, S. 2003. Monimuoto-opetuksen kehitysvaiheet verkkoympäristöissä. Teoksessa A. Hatva (toim.) Verkkografiikka. Helsinki: Edita Prima Oy, 187–196.

Oikarinen, H. 2012. Milloin röntgentutkimus on oikeutettu? Suomen lääkirilehti - Finlandsläkartidning 67 (10), 748.

Oikarinen, H., Meriläinen, S., Nieminen, M. & Tervonen, O. 2007. Nuoret potilaat altistetaan tarpeettomasti säteilylle TT-tutkimuksissa. Suomen Lääkirilehti 62 (19), 1931–1934.

Opetushallitus. 2006. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Hakupäivä 28.9.2012
http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf.

Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 2012. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Hakupäivä 26.4.2012
http://www.oamk.fi/koulutus_ja_hakeminen/nuoret_suomenkielinen/sosiaali_terveys_ja_liikunta/index.php?sivu=radiografia.

Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 2012. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma. Hakupäivä 25.1.2013
http://www.oamk.fi/koulutus_ja_hakeminen/opiskelu_oamkissa/opinto-opas/koulutusohjelmat/?sivu=ops&lk=s2010&code=5039&id=#1-11.

Paile, W. 2000. Ionisoivan säteilyn haitat. Duodecim 116 (6), 660–663.

Panoutsopoulos, H. & Sampson, D. G. 2012. A Study on Exploiting Commercial Digital Games into School Context. Educational Technology & Society 15 (1), 15–27.

Pelin, R. 2011. Projektihallinnan käsikirja. 7. uudistettu painos. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Prensky, M. 2001. Digital Game-Based Learning. New York: The McGraw–Hill Companies.

Rehani, M. 2012. ICRP and IAEA actions on radiation protection in computed tomography. *Annals of the ICRP* 41, 154–160.

Ruuska, K. 2007. *Pidä projekti hallinnassa*. 6. tarkistettu painos. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.

Seng, L. & Mohamad, F.S. 2002. Online learning: Is it meant for science courses? *The Internet and Higher Education* 5 (2), 109–118.

Siemens medical. 2013. *Computed Tomography Its History and Technology*. Hakupäivä 9.10.2013

http://www.medical.siemens.com/siemens/zh_CN/gg_ct_FBAs/files/brochures/CT_History_and_Technology.pdf.

Silfverberg, P. 2007. *Ideasta projektiksi: projektinvetäjän käsikirja*. Helsinki: Edita Prima Oy.

Sinkkonen, I. 1996. Värit. Teoksessa A. Kalimo (toim.) *Graafisen käyttöliittymän suunnittelu*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 178–182.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 10.5.2000/423.

Strauss, K., Goske, M., Kaste, S., Bulas, D., Frush, D., Butler, P., Morrison, G., Callahan, M. & Applegate, K. 2010. Image Gently: Ten Steps You Can Take to Optimize Image Quality and Lower CT Dose for Pediatric Patients. *American Journal of Roentgenology* 194 (4), 871.

Säteilylaki 27.3.1991/592.

Säteilyturvakeskus. 1996. *TT-laitteiden laadunvarmistus*. Hakupäivä 11.9.2013
http://www.stuk.fi/proinfo/muuta_tietoa/julkaisuja/tt_laitteet/fi_FI/tt_laitteet/.

Säteilyturvakeskus. 2008a. Lasten röntgentutkimuskriteerit. Hakupäivä 4.5.2012
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/stuk_tiedottaa/_files/12222632510022274/default/STUK-tiedottaa-1-2008.pdf.

Säteilyturvakeskus. 2008b. Terveysturvallisuuden röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas. Hakupäivä 11.9.2013
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/stuk_tiedottaa/_files/12222632510022273/default/STUK-tiedottaa-2-2008.pdf.

Säteilyturvakeskus. 2010. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2008. Hakupäivä 2.10.2013
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/fi_FI/stuk-b121/_files/83742168008229275/default/stuk-b121.pdf.

Säteilyturvakeskus. 2012. Lasten TT-tutkimusohjeisto. Hakupäivä 5.11.2013
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/stuk_tiedottaa/_files/88277996165013152/default/STUK-opastaa-lasten-TT.pdf.

Säteilyturvakeskus. 2013. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2011. Hakupäivä 2.10.2013
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/tiivistelmat/b_sarja/fi_FI/stuk-b161/_files/89817403153516740/default/stuk-b161.pdf.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila (toim.) Säteilyn käyttö. Hämeenlinna: Karisto Oy:n Kirjapaino, 13–182.

Tekijänoikeuslaki 8.7.1961/404.

The Nordic Radiation Protection co-operation. 2012. Statement Concerning the Increased Use of Computed Tomography in the Nordic Countries. Hakupäivä 6.9.2012
http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/2012/en_GB/news_709/_files/86946924578080500/default/CT-statement16012012.pdf.

Tynjälä, P. 1999. Oppiminen tiedon rakentamisena, konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Vainionpää, J. 2006. Erilaiset oppijat ja oppimateriaalit verkko-opiskelussa. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy. Väitöskirja.

Valentin, J. 2007. Annals of the ICRP, publication 102: Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT).

Verkko-opetuksen laadunhallinta ja laatupalvelu. 2013. Kirjallisuutta. Hakupäivä 19.9.2013 <http://www.vopla.fi/kirjallisuutta/>.

Wiio, A. 2004. Käyttäjäystävällisen sovelluksen suunnittelu. Helsinki: Edita Prima Oy.

Willemink, M., de Jong, P., Leiner, T., de Heer, L., Nievelstein, R., Budde, R. & Schilham, A. 2013. Iterative reconstruction techniques for computed tomography Part 1: Technical principles. European Radiology 23 (6), 1623–1631.

Wu, W-H., Hsiao, H-C., Wu, P-L., Lin, C-H. & Huang, S-H. 2012. Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. Journal of Computer Assisted Learning 28, 265–279.

Zhi, E. & Liu, F. 2011. Avoiding Internet Addiction when Integrating Digital Games into Teaching. Social Behavior and Personality 39 (10), 1325–1336.

TEHTÄVÄLUETTELO

LIITE 1

Nro	Tehtävän nimi	Alku pmv.	Loppu pmv.	Suunnit. tunnit(h)	Toteutuneet tunnit(h)	Vas- tuu/suorittaja
1.	Aiheen ideointi	3/-12	4/-12	40,5	35	M.H. & J.K.
1.1	Aiheen valinta			2	2	M.H. & J.K.
1.2	Ideaseminaarityön valmistaminen ja esittäminen			38,5	33	M.H. & J.K.
2.	Valmistava seminaari	3/-12	6/-12	175,5	230	M.H. & J.K.
2.1	Esiymmärryksen kartoitus ja valmistavan seminaarityön kirjoittaminen			169,5	224	M.H. & J.K.
2.2	Valmistavan seminaarityön korjaukset			6	6	M.H. & J.K.
3.	Tuotekehityssuunnitelma	8/-12	10/-12	162	142	M.H. & J.K.
3.1	Tuotekehityssuunnitelman kirjoittaminen			155	130	M.H. & J.K.
3.2	Tuotekehityssuunnitelman esitys			4	4	M.H. & J.K.
3.3	Tuotekehityssuunnitelman korjaukset			3	8	M.H. & J.K.
4.	Tietokonepelin tekeminen	3/-12	11/-13	270	992	M.H. & J.K.
4.1	Yhteistyökumppanin etsiminen			2	30	M.H. & J.K.
4.2	Sopimusten laadinta yhteistyökumppanin kanssa			5	2	M.H., J.K. & D.L..
4.3	Tietokonepelin suunnittelu ja ohjelmointi			243	400 + 250	M.H., J.K. & D.L.
4.4	Tietokonepelin esitestaus ja muutosten teko			20	210 + 100	M.H., J.K. & D.L.
5.	Loppuraportin laadinta	3/-12	11/-13	162	260	M.H. & J.K.

5.1	Loppuraportin suunnittelu ja kirjoittaminen			139	205	M.H. & J.K.
5.2	Loppuraportin esitys			3	5	M.H. & J.K.
5.3	Loppuraportin korjaukset			20	50	M.H. & J.K.
Yht.				810	1309 + 350	M.H., J.K. & D.L

PROJEKTIN KUSTANNUKSET

LIITE 2

Menot:

Meno	Arvioidut kustannukset	Arvioidut kustannukset yhteensä	Toteutuneet kustannukset	Toteutuneet kustannukset yhteensä
Projektiryhmän tuntipalkat (10€/h/hlö)	10€ x 405h x 2hlöä	8100€	10€ x 405h x 2hlöä	13 090€
Ohjelmointiryhmän tuntipalkat (10€/h/hlö)	10€ x 600h x 1hlöä	6000€	10€ x 350h x 1hlöä	3 500€
Ohjausryhmän tuntipalkat (20€/h/hlö)	20€ x 7,5h x 2hlöä	300€	20€ x 7,5h x 2hlöä	300€
Tukiryhmän tuntipalkat				
Vertaisarvioijien työ (10€/h/hlö)	10€ x 27h x 2hlöä	540€	10€ x 27h x 2hlöä	540€
Rad0sn-ryhmän työ (10€/h/hlö)	10€ x 1h x 10hlöä	100€	10€ x 1h x 4hlöä	40€
Rad1sn-ryhmän työ (10€/h/hlö)	10€ x 1h x 20hlöä	200€	10€ x 1h x 14hlöä	140€
Rad2sn-ryhmän työ (10€/h/hlö)	10€ x 1h x 20hlöä	200€	10€ x 1h x 2hlöä	20€
Kieltenopettajien työ (20€/h/hlö)	20€ x 1h x 2hlöä	40€	20€ x 1h x 2hlöä	40€
Asiantuntijoiden työ (20€/h/hlö)	20€ x 10h x 1hlöä	200€	20€ x 1h x 6hlöä	120€
Paperi- ja tulostamiskulut raporttiin	5€ x 2	10€	5€ x 2	10€
sekä tuotekehityksen vaiheisiin (riisi à5€)	10€	10€	10€	10€
Kustannukset yhteensä		15 500€		17 810€

Tulot: 500€ ulkopuolista avustusta sekä mahdolliset tuotteesta saatavat jatkomarkkinointitulot.

KYSELYLOMAKE

LIITE 3

- 1 = täysin eri mieltä
2 = jokseenkin eri mieltä
3 = en osaa sanoa
4 = jokseenkin samaa mieltä
5 = täysin samaa mieltä

Sisältö

Sisältö perustuu kansainväliseen ja kotimaiseen tutkittuun tietoon.	1 2 3 4 5
Sisältö perustuu uusimpaan tutkittuun tietoon	1 2 3 4 5
Kysymyksissä käytetään oikeita käsitteitä.	1 2 3 4 5
Lauserakenteet ovat yksinkertaisia.	1 2 3 4 5
Kysymykset ovat yksinkertaisia.	1 2 3 4 5
Kysymykset ovat selkeitä.	1 2 3 4 5

Kieliasu

Kieli on selkeää.	1 2 3 4 5
Kieli on niin yksinkertaista kuin esitettävän asian sisältö sallii.	1 2 3 4 5
Sanavalinnat ovat selkeitä.	1 2 3 4 5
Käsitteet ovat kohderyhmälle ymmärrettäviä.	1 2 3 4 5

Korjausehdotukset:

Oletko suorittanut Aikuinen magneetti- ja tietokonetomografia-
tutkimuksessa ja -toimenpiteissä -opintojakson?

Ei/Kyllä/Parhaillaan menossa

Oletko suorittanut Tietokonetomografiatutkimusten ja -toimen-
piteiden harjoittelun?

Ei/Kyllä/Parhaillaan menossa

Arvioi tietokonepeliä vastaamalla seuraaviin väittämiin

- 1 = täysin eri mieltä
- 2 = jokseenkin eri mieltä
- 3 = en osaa sanoa
- 4 = jokseenkin samaa mieltä
- 5 = täysin samaa mieltä

Sisältö

Sisältö perustuu kansainväliseen ja kotimaiseen tutkittuun tietoon.	1 2 3 4 5
Sisältö perustuu uusimpaan tutkittuun tietoon.	1 2 3 4 5
Pelissä käytetään oikeita käsitteitä.	1 2 3 4 5
Asiasisältö on yhdenmukaista työelämän kanssa.	1 2 3 4 5
Lauserakenteet ovat niin yksinkertaisia kuin asiasisältö sallii.	1 2 3 4 5
Kysymykset ovat niin yksinkertaisia kuin asiasisältö sallii.	1 2 3 4 5
Kysymykset eivät ole liian vaikeita.	1 2 3 4 5
Kysymykset eivät ole liian helppoja.	1 2 3 4 5

Kieliasu

Kieli on selkeää.	1 2 3 4 5
Kieli on niin yksinkertaista kuin esitettävän asian sisältö sallii.	1 2 3 4 5
Sanavalinnat ovat selkeitä.	1 2 3 4 5
Käsitteet ovat ymmärrettäviä.	1 2 3 4 5

Ulkoasu

Kirjasintyyppi on selkeä.	1 2 3 4 5
Kirjasintyyppi on kooltaan sopiva.	1 2 3 4 5
Tekstin ja taustan välinen kontrasti on riittävä.	1 2 3 4 5
Värit tukevat pelin visuaalista kiinnostavuutta.	1 2 3 4 5
Kuvat ovat havainnollistavia.	1 2 3 4 5

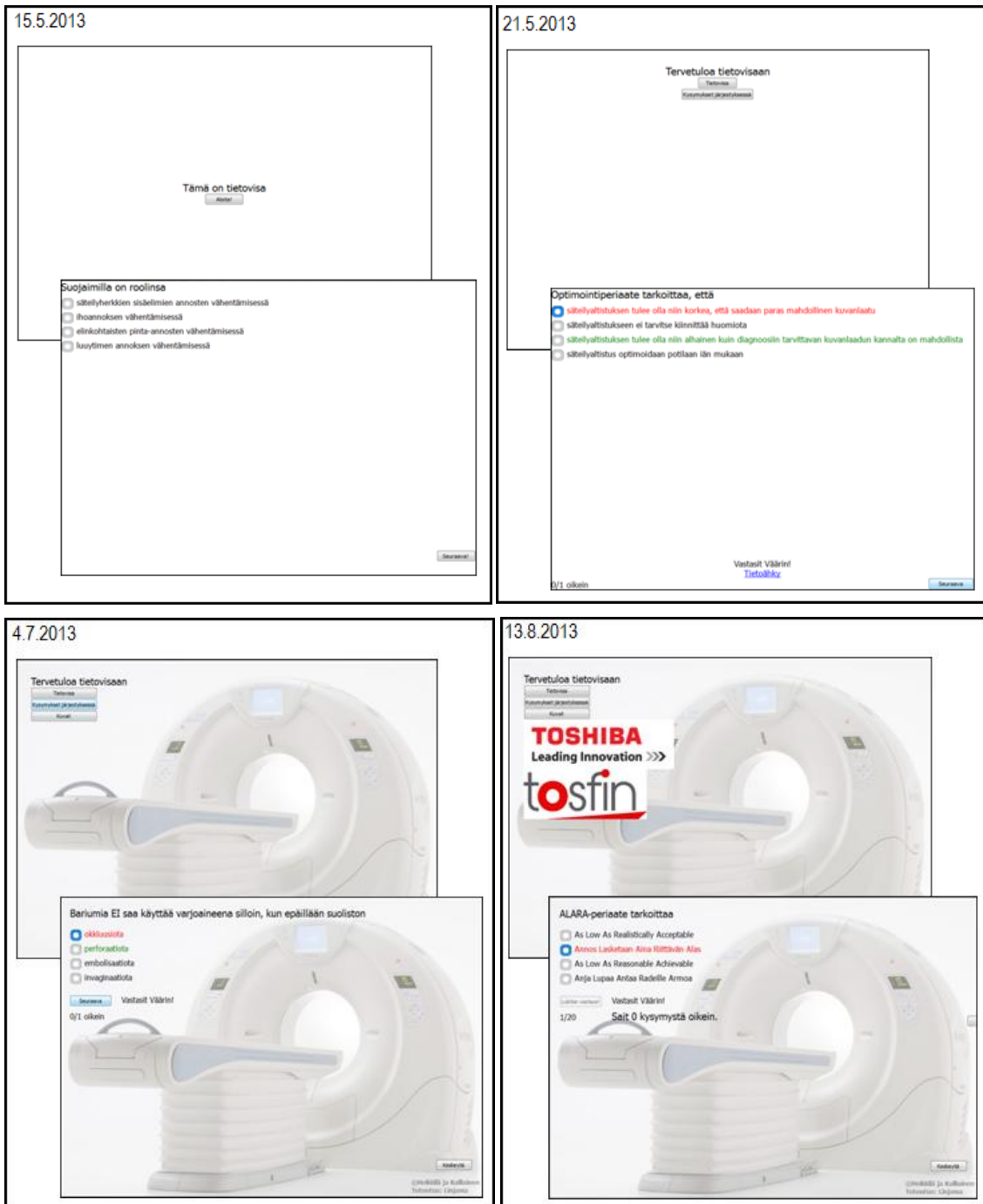
Rakenne

Peli etenee loogisesti.	1 2 3 4 5
Perustoiminnot ovat helppoja.	1 2 3 4 5
Peli kannustaa hyviin suorituksiin.	1 2 3 4 5
Suorituksesta saatava palaute on selkeää.	1 2 3 4 5

Käytettävyys

Käyttöönotto on helppoa.	1 2 3 4 5
Peli toimii riittävän nopeasti.	1 2 3 4 5

Korjausehdotuksia/ muuta palautetta:



25.9.2013

Focus nCT

tosfin

Aloita peli

Tietovisa
Kysymykset järjestyksessä
Kuvat

Topogrammi (scout, scano) on

- ☐ matalaenerginen suunnittelukuva
- ☒ korkeaenerginen tietokonetomografikuva
- ☐ matalaenerginen jälleokuva
- ☐ korkeaenerginen suunnittelukuva

Voitko valita?

Topogrammi (scout, scano tms.) on matalaenerginen suunnittelukuva, joka tulee ottaa tarkasti koko kuva-alueelta, josta ammoneuvolaatio toimii oikein. Topogrammissa käytetään mahdollisimman matalaa potkujännitettä (kV) ja sähkövirtaa (mA). Ennen topogrammin otettaessa väkisin alueen tutkimuksesta muokattiin (PA-suunnasta (taka-etu) vertailon etupuolella olevien sisäilyhakkien eteen (prostat, kilpirauhanen) suojaukseksi.

Katso

8.11.2013

Focus nCT

tosfin

Tietovisa
Kysymykset järjestyksessä
Kuvakysymykset
Pelihojeet
Kirjallisuutta

Pienellä FOV:lla pikselikoko pienenee ja saadaan parempi paikkaerotuskyky, muuttaako FOV?

- ☐ kuvauksen jälkeen kuvasta rajattu alue, josta rekonstruktio tehdään
- ☐ säteilykeilanmuokkauslaitos
- ☐ valittu kohta, josta mitataan HU-arvoja bolustracking-tekniikkaa käytettäessä
- ☒ kuvan tarkastelualue, joka suunnitellaan suunnittelukuvaan

Voitko valita?

46/223



FOV (field of view) on kuvan tarkastelualue, josta suunnitella mahdollisimman tarkasti tutkimusalue, josta otetaan kuvauksia. Suurin mahdollinen FOV:ta on parhaimmillaan pikselikoko pienenee.

Vertailutase tarkoittaa

- ☐ tutkimuksen jälkeen määritelty potilaan tietyn kudoksen aineen ekvivalenttisuudesta
- ☐ etukäteen määritelty röntgentutkimuksen aineesta
- ☐ etukäteen määritelty potilaan aineen aineesta
- ☒ jälkikäteen määritelty potilaan aineen aineesta

Voitko valita?

46/223

Vertailutase tarkoittaa etukäteen määritelty röntgentutkimuksen aineesta. Aineesta ei ole olemassa yhtä yleistä vertailutasetta, vaan se määritellään potilaan fyysisen kudoksen mukaan tehdessä tomografiassa. Vertailutasea käytetään kuvien luokitteluun säteilyaltistuksen määrittämiseksi. Vertailutasea suuren kuvan säteilyaltistuksen käyttäminen voi olla perusteltua erityyppisissä tutkimuksissa. Vertailutasea suuren kuvan säteilyaltistuksen ei voida käyttää, mikä tutkimus on optimoitu fyysisen, sillä tällöinkin on harkittava, mikä säteilyaltistusta edellyttää potilaalle.

Katso